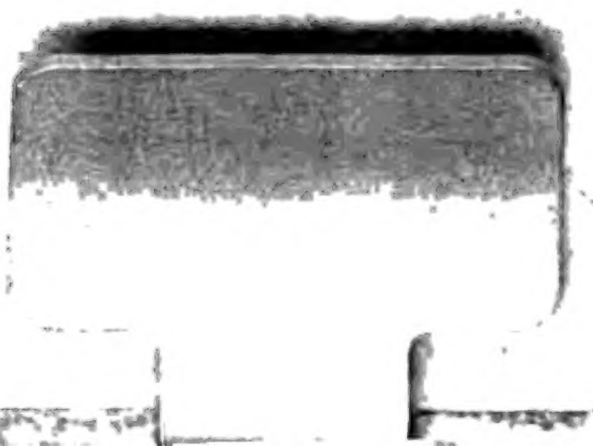
NATURLEHRE: NEBST KUPFERN UND VOLLSTÄNDIGEM REGISTER

Johann Gottlob Krüger

Digitized by Google



Digitized by Google

<36616712930014

<36616712930014

Bayer. Staatsbibliothek

1.2.37. —7—
J. W. Ritter

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Das Kleinste Staübgen zeigt die wunder volle Spuhr.
Der Klugheit und der Krafft der würckenden Natur:
Hat sie nun ihre Kunst in allem hoch getrieben:
Wer hat ihr denn dazu die Regeln vorgeschrieben?

Mentel fe

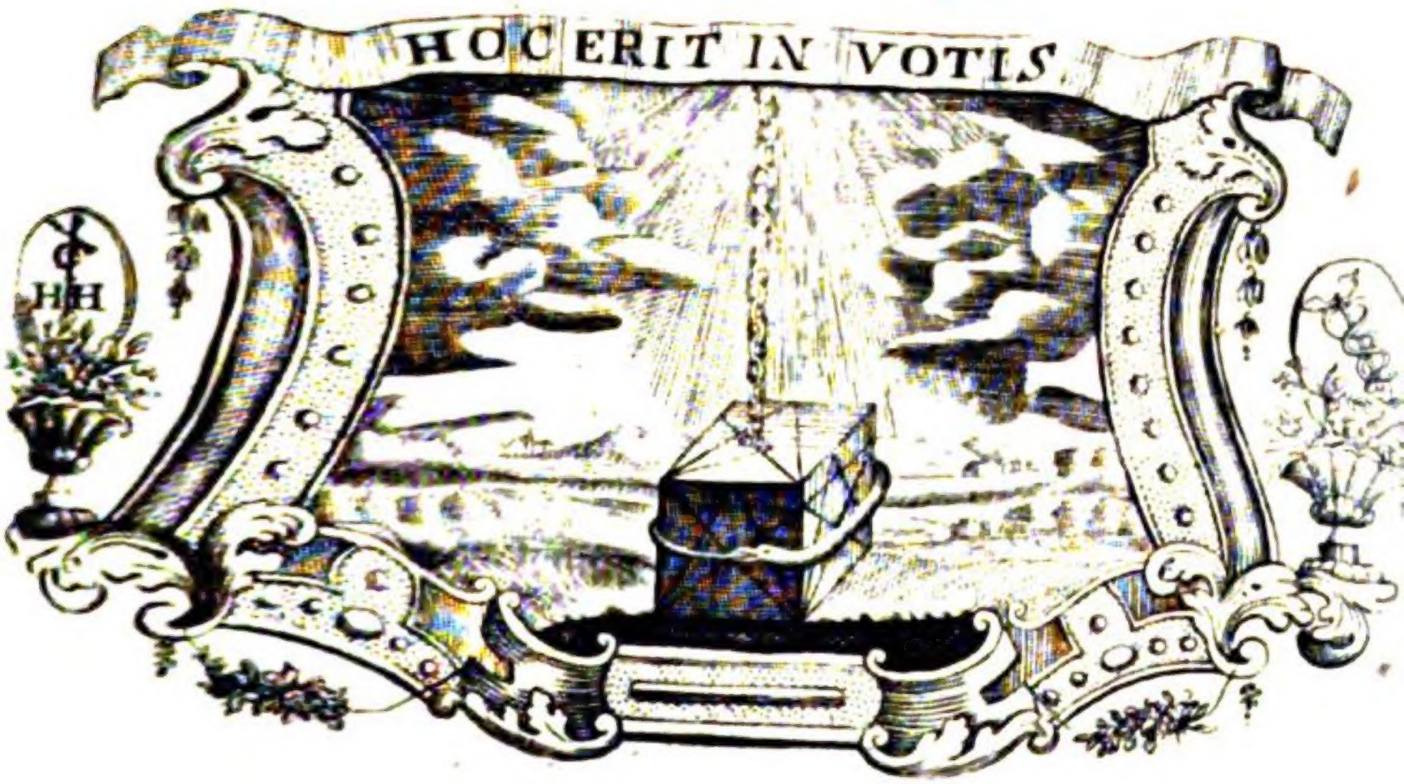
Johann Gottlob Krügers

Der Weltweisheit und Artzneygelahrheit Doctors und Professors auf der Friedrichsuniversität

Naturlehre

nebst Kupfern

und vollständigem Register.



Zweyte Auflage.

Halle im Magdeburgischen,

Verlegt von Carl Herrmann Hemmerde.

1744

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Seiner

Königlichen Hoheit,

dem

Durchlauchtigsten Fürsten

und Herrn,

HERRN

Friedrichen,

Kronprintzen von Preussen,

Marggrafen zu Brandenburg, souverainen Printzen von Oranien, Neufchatel und Valengin, zu Magdeburg, Geldern, Cleve, Jülich, Berg, Stettin, Pommern, der Cassuben und Wenden, zu Mecklenburg, auch in Schlesien zu Crossen Hertzoge, Burggrafen zu Nürnberg, Fürsten zu Halberstadt, ꝛc. ꝛc. ꝛc.

Meinem Gnädigsten

Fürsten und Herrn.

Digitized by Google

Durchlauchtigſter Kronprinz, Gnädigſter Fürſt und Herr,

Eurer Königlichen Hoheit gegenwärtigen Entwurf einer Na-

Digitized by Google

Naturlehre unterthänigst zu über-
reichen, würde ich nimmermehr
gewagt haben, wenn ich nicht wüß-
te, daß **Dieselben** Gnade genug
besässen, eine allzugrosse Freyheit
zu vergeben, die blos aus Ehr-
furcht und Hochachtung ihren Ur-
sprung genommen.

Wüßte nicht die gantze Welt, daß
Ew. Königl. Hoheit eben so
gnädig, als gerecht, eben so groß-

müthig, als tapfer, und eben so ein vollkommener Kenner guter Künste und Wissenschaften, als mächtiger Beschützer derselben sind: so würde ich selbst mein Unternehmen getadelt haben, und der erste gewesen seyn, der es für verwerflich und strafbar erklärt hätte. Allein Ew Königl. Hoheit erkennen nach Dero hocherleuchteten Verstande mehr als zu wohl, wie unentbehrlich die Wissenschaften,

ten, und insonderheit die Natur-
lehre und Mathematick zum Flor
einer wohleingerichteten Republick
erfordert werden. Sie besitzen,
Durchlauchtigster Kron-
printz, in die gantze Sache eine
so gegründete Einsicht, daß ich nichts
weniger nöthig habe, als aus der
Historie, oder der Sache selbst ei-
nen weitläuftigen Beweis davon
zu führen.

Da ich nun das Glück genieſſe, unter dem Preußiſchen Zepter zu leben, und mit meiner wenigen Erkenntniß denen auf der hieſigen Friedrichs-Univerſität Studirenden zu dienen: ſo habe ich mich deſto mehr verbunden erachtet, **Ew. Königl. Hoheit** von meiner Arbeit Rechenſchaft zu geben, und dieſe geringe Blätter in tiefſter Unterthänigkeit zu **Dero** Füſſen niederzulegen.

Ew.

Digitized by Google

Ew. Königl. Hoheit

geben der Naturlehre gewissermas-
sen einen Vorzug vor andern Wis-
senschaften, die Dieselben mit
gleicher Gründlichkeit beurtheilen,
und halten die Zeit nicht für ver-
lohren, die man auf die Ausbrei-
tung natürlicher Wahrheiten ver-
wendet. Sie sind hierinnen
Durchlauchtigster Kron-
printz, Alexandern dem Grossen

ähnlich, welcher sich bey den wich-
tigsten Unternehmen ein Vergnü-
gen daraus machte, sich mit Be-
trachtungen der Wercke der Na-
tur zu beschäftigen. Und warum
solten auch vortrefliche Printzen an
der Naturlehre kein gnädiges
Wohlgefallen bezeugen? Ihre Art
bringt es mit sich, daß sie angenehm
ist; sie ist ein nützliches Vergnü-
gen, das einem andern immer vor-
gezogen zu werden verdienet, und

eine

eine Belustigung, daran der Verstand mit den Sinnen zugleich Theil nimmt.

Je mehr ich aber die Naturlehre erhebe, desto mehr muß ich besorgen, selbst dadurch verwerflich zu werden. Ich muß es gestehen, daß diese Blätter mehr ein Entwurf als ein vollkommener Abriß, und mehr ein Grundriß, als ein vollständiges Gebäude zu nennen sind.

sind. Allein, mein Zweck, den Studirenden auf Schulen und Universitäten mit diesem Buche zu dienen, schien mehr das erstere als das letztere zu erfordern. **Ew. Königl. Hoheit** werden solches destoweniger mißbilligen, je mehr **Denenselben** die Beförderung nützlicher Wissenschaften am Hertzen liegt.

Ich habe demnach das zuversichtliche Vertrauen, es werden Ew. Kö-

Königl. Hoheit meine geringe Arbeit, so wenig man sie auch vollkommen nennen kan, dennoch eines gnädigen Anblicks, und den Verfasser Dero unschätzbaren Königlichen Huld und Gnade würdigen.

In dieser Hoffnung werde ich Muth und Kräfte verdoppelen, dem gemeinen Wesen immer nützlicher zu werden. Ich werde mich vollkommen glücklich schätzen, ein getreuer Unterthan von einem so vortreflichen Printzen zu heissen, und

mich

mich äusserst bemühen, mit der grö-
sten Veneration jederzeit zu seyn

Durchlauchtigster

Kronprintz,

Gnädigster

Fürst und Herr,

Ew. Königl. Hoheit

Halle den 17. May,
1740.

allerunterthänigster Knecht
Krüger.

Digitized by Google

Vorrede
des Verfassers.

An nichts fehlt es weniger, als an Büchern, die von der Naturlehre handeln, und doch hat man eben nicht Ursache sich über einen Ueberfluß zu beschweren. Die Anzahl solcher Schrifften hat sich von dem Aristoteles bis auf die gegenwärtigen Zeiten dergestalt vermehrt, daß es viel zu weitläuftig fallen würde, nur allein die Nahmen der Verfasser zu erzehlen. Wenn man aber Büchern, die bloß aus leeren Wörtern und süssen Träumen bestehen, das Recht absprechen wolte, Be-

trachtungen der Natur zu heissen: so besorge ich, daß nicht gar zu viele übrig bleiben möchten.

Nur seit etwann 50. Jahren hat die Naturlehre eine andere Gestalt bekommen. Man will keinen physicalischen Lehrbegriff mehr gelten lassen, der nicht auf Vernuuft und Erfahrung, als die festesten Grundsäulen aller menschlichen Erkänntniß, gebauet ist. Man getrauet sich daher nichts zu behaupten, was man nicht durch richtige Vernunftschlüsse, oder sorgfältig angestellte Experimente und Observationen beweisen kan. Kurtz, man sucht Vernunft und Erfahrung in einer beständigen Übereinstimmung zu erhalten. Habe ich dieses in dem gegenwärtigen Buche nicht gethan, so ist es zum wenigsten mein Vorsatz gewesen. Ich wolte die Naturlehre auf eine überzeugende Art abhandeln. Solte dieses geschehen: so sahe ich mich genöthigt, die Sätze welche ich behauptete, immer durch eine Reihe an einander hängender Vernunftschlüsse heraus zu bringen, und sie mit der Erfahrung zu bestätigen. Erfahrungen sind die richtigsten Proben

der

der gemachten Vernunftschlüsse, und das sicherste Mittel, niemahls einen Fehltritt zu thun. Daher habe ich die meisten Experimente selbst angestellt, und pflege sie alle halbe Jahr in meinen Collegiis physicis zu wiederholen.

Nun ist es natürlich daß ein Vortrag über seine eigene Gedancken viel lebhafter als über fremde seyn müsse. Und ich finde in der That, daß ich mir durch Verfertigung dieser Bogen den doppelten Vortheil geschafft, einen freyern Discurs zu führen, und zugleich meinen Herren Zuhörern ein Buch in die Hände zu liefern, das ihnen die Wiederholung dessen, was sie gehöret haben, erleichtert. Dieses ist bey Herausgebung des gegenwärtigen Wercks, mein Hauptzweck gewesen. Ich wolte es aber auch geschickt machen auf Schulen gebraucht zu werden. Zu dem Ende ließ ich diejenigen Lehrsätze, welche einen Anfänger aufhalten konten, mit anderer Schrift drucken; und in einer gleichen Absicht habe ich bisweilen die nöthige Grundwahrheiten aus des Herrn Cantzler Wolffens Auszuge der mathematischen Wissen-

schaften angeführet, welches Buch in jedermans Händen ist.

Die geringe Aufmercksamkeit, die man auf meine Arbeit bezeigen wird, läst mich nicht vermuthen, daß man dagegen viele Einwürffe machen werde. Mein Zweck ist nichts weniger gewesen, als ein Buch ohne alle Fehler zu schreiben. Warum solte ich sie also nicht mit Vergnügen verbessern, wenn sie mir gewiesen werden? Zu allem Glücke betrifft es alsdenn nur eine physicalische Materie, bey der man ohnedem viele unnütze Worte ersparen kan, wenn es einem beliebt.

Nun hätte ich noch die Freyheit, der Naturlehre eine Lobrede zu halten. Ich könnte behaupten, daß nichts angenehmer, zugleich aber auch nichts nützlicher sey, als sich mit dergleichen Betrachtungen zu beschäftigen. Was kan angenehmer seyn, als durch Experimente bestätigt zu sehen, was man durch Schlüsse heraus gebracht hat? Die Natur zu nöthigen, dasjenige zu zeigen, was sie sonsten zu verbergen gewohnt ist, ihre verborgensten Geheimnisse zu errathen,

und

und die Maximen zu entdecken, nach welchen sie alles in der Welt anordnet? Man lernt die Welt, man lernt sich selber kennen, man wird in den Stand gesetzt, über die Creaturen zu herrschen. Solte dieses alles aber wohl ohne Nutzen abgehen kön̄en? Warum haben die weisesten Monarchen so viele Societäten gestifftet, die alle die Erweiterung der Naturlehre zum Zwecke haben, wenn dieses eine Beschäfftigung ist, die mehr den Augen zum Vergnügen, als dem gemeinen Wesen zum besten gereichet? Ein sinnreicher Kopf hat in dieser Absicht die Naturlehre die Königin unter den Wissenschaften, die Mathematick aber den Grosschatzmeister genennet, weil dieser zwar die Reichskleinodien verwahret, sie aber niemahls vor sich selber gebrauchet. Das Gleichniß ist in ute m Gange, und ich hätte Lust es noch weiter zu treiben. Allein, es ist zu besorgen, daß ich dem gegenwärtigen Buche einen schlechten Vortheil schaffen würde, wenn ich die innerste Erkänntniß der Natur allzusehr erheben wollte. Man kan dazu unmöglich anders, als durch die tiefsinnigsten

Betrachtungen gelangen. Dieses aber war dem Zwecke des Verfassers gerade entgegen. Denn man muste nicht ohne Grund besorgen, vielen Lesern durch Beweise, die aus der Algebra und höhern Geometrie hätten müssen hergenommen werden, vor der Natur einen Abscheu zu machen, und sie auf den Entschluß zu bringen, dieselbe niemals kennen zu lernen. Dieses ist die Ursache, warum man so sparsam mit dergleichen Lehrsätzen umgegangen ist, und warum man bey allen Unvollkommenheiten, die dennoch übrig geblieben seyn würden, so sorgfältig verhütet hat, daß dieses Buch nicht zu vollkommen werden möchte. Indessen haben die Bogen, wie sie nach und nach diesen Winter heraus gekommen, wider Vermuthen das Glück gehabt einigen Beyfall zu finden. Vielleicht kan man sich Hoffnung machen, daß dadurch der Eifer, die Wercke der Natur zu betrachten, in etwas vermehret wird.

Dieses ist die letzte Absicht und zugleich der Wunsch des Verfassers.

Erin-

Erinnerung
wegen der andern Auflage.

Weil keine Exemplarien von dem gegenwärtigen Buche mehr zu bekoñen waren, so hat man es für gut befunden eine neue Auflage desselben zu veranstalten. Ich habe es zu dem Ende selbst wieder durchgesehen und nicht nur hin und wieder verschiedenes verbessert und mich deutlicher erkläret, sondern auch einige neue Sachen hinzugesetzet um dieses Buch zugleich nützlicher und angenehmer zu machen; und in eben dieser Absicht sind noch einige Kupfer darzugethan worden. Ich habe diese Mühe mit desto grössren Vergnügen über mich genommen, je gewisser ich geglaubet habe, daß sie nicht ohne Nutzen seyn werde. Ich hoffe vielmehr dadurch noch bey vielen meiner Landsleute eine Begierde zu erwecken die Welt zu betrachten und die Wunder der Natur kennen zu lernen; Denn ich kan mir gar nicht einbilden, daß man eine edle

See-

Seele besitzen könne ohne ein Verlangen nach der Erkenntniß der Natur zu empfinden, um die Weisheit, Güte und Macht des Schöpfers zu bewundern, und durch den rechten Gebrauch der natürlichen Dinge seine Vollkommenheit zu befördern. Freylich aber sind nicht alle Menschen im Stande dergleichen Neigungen Platz zu geben, sondern es gilt vielmehr von ihnen, was **Brockes** schreibt;

Was eine Spinn im fürstlichen Pallast,
Den Samt und Marmor schmückt, Gold, Purpur und Dammast,
Die alle Pracht für nichtes schätzet,
Der ihr bestaubtes Netz, und anders nichts gefällt,
In welchem sie sich bloß am Mückenfang ergetzet;
Das bist du, eitler Mensch, in der so schönen Welt.

* * *

Das Netz ist Leidenschaft, die Mücken sind das Geld.

Inhalt
des
ersten Theiles
der
Naturlehre.

Das 1. Capitel,

Von dem Cörper und den Eigenschaften desselben überhaupt pagina 1

Das 2. Capitel,

Von der Bewegung 17

Das 3. Capitel,

Von der Schwere 115

Das 4. Capitel,

Von dem Drucke der flüßigen Materie 151

Das 5. Capitel,

Von der anziehenden Kraft der Cörper 206

Das 6. Capitel,

Von dem Feuer 280

Digitized by Google

Das 7. Capitel,
Von der Luft 332

Das 8. Capitel,
Von dem Schalle 407

Das 9. Capitel,
Von dem Waſſer 441

Das 10. Capitel,
Von der Erde 475

Das 11. Capitel,
Von dem Lichte und den Farben 562

Das 12. Capitel,
Von den Lufterſcheinungen 639

Das 13. Capitel,
Von dem Weltgebäude 703

Das 14. Capitel,
Von den Pflantzen und Thieren. 814

Der

Der Naturlehre

Erster Theil.

Das 1. Capitel.

Von dem Cörper und den Eigenschafften desselben überhaupt.

§. 1.

Je mehr ich es überlege, je mehr finde ich, daß es wahr sey, daß sich die Philosophie auf zwey Sachen gründet, nemlich auf ein schwaches Gesicht, und einen neugierigen Verstand. Hätten wir bessere Augen, so würden wir wohl sehen, was es mit den Cörpern für eine Beschaffenheit hätte, und wenn man nicht neugierig wäre, so würde man sich we-

Was die Naturlehre sey.

nig darum bekümmern. Allein die denen Menschen eigene Begierde von allen Sachen den Grund zu wissen hat sie angetrieben, die Ursachen der natürlichen Begebenheiten zu untersuchen. Denn man will immer mehr wissen als man siehet, und diese Neugierigkeit hat der Naturlehre ihren Ursprung gegeben. Man versteht aber dadurch eine Wissenschaft dessen, was durch die Kräfte der Cörper möglich ist.

Man muß auf richtige Begriffe und Erfahrungen sehen.

§. 2. Weil die Naturlehre eine Wissenschaft ist: so müssen darinnen unumstößliche Gründe des Erweises anzutreffen seyn, aus welchen ihre Sätze durch richtige Vernunftschlüsse hergeleitet werden. Wer sieht also nicht, daß man sich vor allen Dingen um richtige Erklärungen und sorgfältig angestellte Erfahrungen bekümmern müsse? Nun erfahren wir zwar alles dasjenige, welches wir erkennen, wenn wir auf unsere Empfindungen acht haben; wir können aber hier zwey Wege erwehlen. Denn wir bemercken entweder bloß dasjenige, was sich bey denen Cörpern von selbst ereignet, oder wir setzen sie in solche Umstände, darein sie vor sich nicht würden gekommen seyn. In dem ersten Falle machen wir Observationen, im andern Experimente; und es ist nichts gewisser, als daß man in der Naturlehre auf beyde zu sehen habe. Hierinnen versahen es die Alten, sie wolten der Natur ihre Kunstgriffe ablernen, ohne sie dar-

darum zu befragen. War dieses nicht ein seltsames Unternehmen und eine gantz vergebliche Bemühung? Wir werden uns also nicht wundern, wenn sie uns eine Menge wunderlicher Träume und einen Hauffen barbarischer Wörter als Ursachen der natürlichen Begebenheiten darbieten. Aber sollen wir sie darum verachten? Gantz und gar nicht, wir müssen ihnen dafür verbunden seyn. Es ist die Art der Menschen, daß sie nach vielen Irrthümern erst die Wahrheit ergreiffen, und hätten die Alten nicht so viel ungereimtes Zeug gesagt, wer wüste ob wir es besser machen würden. Ich sage nicht zuviel: denn die gröstien Anbeter des Alterthums gestehen, daß die neuern in der Naturlehre einen grossen Vorzug haben.

§. 3. Die zusammengesetzten Dinge, welche wir in der Welt antreffen, pflegen wir Cörper zu nennen. Es ist aber ein Cörper nichts anders, als ein aus vielen in einer Verbindung stehenden Theilen zusammengesetztes, und mit einer bewegenden Kraft begabtes Ding. Denn daß ein Cörper aus vielen Theilen zusammengesetzt sey, wird niemand in Zweifel ziehen, und daß er eine bewegende Kraft besitze, dadurch er sich von dem Raume unterscheidet, soll unten erwiesen werden. Was ein Cörper ist.

§. 4. Wir eignen demjenigen eine Ausdehnung zu, da wir viele Theile ausser einander antreffen, die unter einander verbunden sind. Hat eine Figur und Ausdehnung.

Da nun der Cörper aus vielen Theilen, die auſſer einander ſind, und unter einander in einer Verbindung ſtehen, zuſammengeſetzt iſt, (§. 3.) ſo kan man nicht zweiffeln, daß er in die Länge, Breite und Dicke ausgedehnt ſey. Und da dennoch dieſer Ausdehnung ihre Schrancken geſetzt ſind; die Schrancken der Ausdehnung aber die Figur und Gröſſe beſtimmen: ſo muß ein jeder Cörper ſeine determinirte Figur und Gröſſe beſitzen.

Wird mit Obſervationen beſtätiget.

§. 5. Die Obſervationen, welche man mit denen Vergröſſerungsgläſern anſtellet, bezeugen dieſes auch von den kleinſten Theilgen der Cörper; indem ſich dadurch noch dasjenige von einander unterſcheiden läßt, da die bloſſen Augen keinen Unterſcheid wahrzunehmen im Stande ſind. So findet man z. E. daß ein jedes Sandkörngen von dem andern der Figur und Gröſſe nach unterſchieden ſey; indem ſich einige kugelrund, andere ſphäroidiſch, priſmatiſch, und unter unzählichen irregulairen Figuren vorſtellen, ohnerachtet ſie bloſſen Augen alle rund zu ſeyn ſcheinen. Bey dem Käſe befindet ſich eine Art kleiner Thiergen, welche man Käſemilben nennt. Sie ſehen bloſſen Augen nur wie Puncte aus: durch das Vergröſſrungsglas aber zeigt ſich, daß es eine Art Inſecten von ſeltſamer Geſtalt ſey. Denn ſie haben nicht nur Augen, Mund und Füſſe; ſondern es ſind auch ihre Leiber durchſichtig, und mit langen Haaren, wie Stacheln

cheln, verſehen. Ja wer die künſtliche Structur dieſer Thiergen etwas genauer betrachtet, der wird daraus abnehmen können, es wende die Natur nicht geringern Fleiß auf ihre kleinſten Wercke, als ſie bey den gröſten anzubringen gewohnt iſt. Wir laſſen uns demnach die Mühe nicht verdrieſſen noch einige von dieſen groſſen Kleinigkeiten der Natur zu betrachten. Ich rechne hieher billig den Schimmel, welcher ſich an feuchten Sachen anzulegen pflegt. Betrachtet man dieſen durch das Vergröſſerungsglas: ſo findet man, daß er nichts anders als ein Wald von kleinen Blumen ſey. Dieſe Blumen haben lange, weiſſe und durchſichtige Stiele. So lange ſie nicht aufgeblühet, ſiehet die Blume ſelbſt wie eine kleine grüne Kugel aus, deren Farbe weiß wird, ſo bald ſie zu ihrer Reiffe gelanget. So wenig man dieſes von dem Schimmel vermuthet, ſo unglaublich würde es einem vorkommen, daß der Staub, welcher ſich auf den Flügeln der Schmetterlinge (Papilionum) befindet, eine Menge kleiner Federn wäre, wenn man es nicht durch die Vergröſſerungsgläſer entdeckte. Endlich ſo können auch die Tatzen der Fliegen hier zur Erläuterung dienen. Von dieſen nimmt man durch das Vergröſſerungsglas wahr, daß ſie die Natur mit Klauen verſehen, welche wie kleine Häckgen geſtaltet ſind. Und hieraus läßt ſich begreiffen, wie ſich dieſe Thiere an den Wänden und Decken der Stu-

ben befestigen, und vor dem Falle sicher seyn können; indem sie sich nemlich mit ihren Klauen in die Hölen der Cörper einhacken. So regelmäßig, so richtig ist die Natur auch in solchen Dingen, die man als Kleinigkeiten nur obenhin anzusehen gewohnt ist: weil uns Gewohnheit und Vorurtheil die Augen verkleistern.

Subtilität der Materie.

§. 6. Wie nun hieraus erhellet, daß auch die kleinsten Cörper ihre determinirte Figur und Grösse besitzen: so leitet uns dieses zugleich zu der Betrachtung der alle Einbildung übersteigenden Subtilität der Materie. Denn da der Cörper aus vielen Theilen zusammengesetzt ist, welche unter einander in einer Verbindung stehen (§. 3.); diese Verbindung aber nicht nothwendig ist: so läßt sie sich aufheben, und es lassen sich die Theile des Cörpers von einander absondern. Derowegen läßt sich der Cörper zertheilen. Daß die Natur die Cörper würcklich zertheile, lehrt die tägliche Erfahrung; daß sie aber in dieser Theilung bis auf undencklich kleine Theilgen fortgehe, bestätigen nicht nur die mit denen Vergrösserungsgläsern gemachte Observationen, sondern es läßt sich auch aus andern Gründen erweisen. Ein Faden Seide, wie ihn der Seidenwurm spinnet, wiegt nur einen Gran, wenn er 360. Schuh lang ist. Wenn man nun bedenckt, in wie viel Theile sich eine Länge von 360. Schuhen eintheilen läßt, daß

doch

doch alle Theile noch sichtbar sind: so muß man erstaunen über die Menge der Theile, daraus ein eintziger Gran Seide zusammen gesetzt ist. Denn man kan einen Rheinländischen Zoll in 600 gleiche Theile eintheilen, deren jeder die Dicke eines Kinderhaares bekömmt, und folglich auch noch mit blossen Augen wahrgenommen werden kan. Und diesem zu folge enthält ein einziger Gran Seide zum wenigsten 216000 Theile, deren jeder noch gantz deutlich gesehen werden kan. Robert Boyle hat ein Stück Teuffelsdreck an der freyen Luft 5 Tage liegen lassen, welcher, seines grausamen Gestancks ohngeachtet, kaum einen halben Gran von seinem Gewichte verlohren. Ich gedencke hier nichts von der Subtilität des Lichts. Unten aber wird sich erweisen lassen, daß viele Millionen Lichtstrahlen durch eine Eröffnung hindurchgehen können, die nicht grösser ist, als eine Nadelspitze, und was am meisten zu bewundern ist, so gehen sie dergestalt hindurch, daß keiner die Bewegung des andern verhindert.

§. 7. Boyle hat gefunden, daß ein Gran Gold, wenn es geschlagen wird 50 Quadratzolle erfülle. Man theile die Seite eines Zolles in 200. Theile: so wird ein jeder Quadratzoll 40000. gleiche Quadrate bekommen, deren ein jedes $\frac{1}{205}$ eines Zolles oder $\frac{1}{20}$ einer Linie zu seiner Seite hat. Weil nun $\frac{1}{20}$ einer Linie noch

Subtilität der Materie wird weiter bestätiget.

mit blossen Augen zu erkennen ist: so enthält jeder Quadratzoll 40000. kleine Quadrate in sich, die noch ganz wohl wahrzunehmen sind. Es hat aber ein solch geschlagen Gold zwey Seiten, und die Theile, welche man auf der einen Seite erblickt, sind zu unterscheiden von denen, die man auf der andern wahrnimmt. Derowegen bekommt ein Quadratzoll 2mal 40000. oder 80000. Theile. Da sich ferner ein Gran Gold in 50. Quadratzolle eintheilen läst: so lassen sich in einem Grane Gold 50mal 80000. das ist, 4000000. oder vier Millionen Theile noch mit blossen Augen von einander unterscheiden. Wenn wir aus einem Grane Gold einen Würffel machen: so bekömmt derselbe zu seiner Seite eine halbe Linie: weil die Erfahrung lehret, daß eine Cubiclinie Gold 8. Gran wieget. Folglich ist ein Gran Gold $\frac{1}{8}$ einer Cubiclinie. Derowegen hält eine Cubiclinie Gold 8 mal 4000000, das ist 32000000. oder 32. Millionen Theile in sich, die noch mit blossen Augen zu erkennen sind. Durch ein Vergrössrungsglas, welches einen Cörper nur 30000. mahl vergrössert, würde man in diesem Würffel 30000 mahl mehr Theile erblicken. Es ist demnach gewiß, daß in einer Cubiclinie Gold 32 [illegible]0. mahl 30000. das

ist

ist, 960000000000. oder 960. tausend Millionen Theile anzutreffen sind. Ein Cubiczoll, oder ein Würffel, der einen Zoll lang und breit ist, enthält 1000. Cubiclinien. Derowegen begreift ein Cubiczoll Gold 960000000000. mal 1000 = 960000000000000. das ist, 960. Billionen Theile in sich. Und dennoch ist kein Zweifel, daß nicht ein jedes solches kleines Theilgen aus vielen andern zusammengesetzt seyn solte. Denn bey dem vergulden des silbernen Drathes wird das Gold in noch viel zärtere Theile zertheilet.

§. 8. Ohngeachtet nun hieraus so viel erhellet, daß die Natur die Cörper in gantz erstaunlich kleine Theilgen aufzulösen pflegt: so folget doch daraus eben so wenig, daß die Natur vermögend sey, diese Theilung unendlich weit fortzusetzen, als daß sie dieselbe bis auf Monaden fortführen könne. Denn die Kräfte der Cörper haben ihre Schrancken, und müssen demnach endlich Theile seyn, welche keine Kraft in der Natur zu trennen vermag, obgleich diese Trennung an sich keinen Widerspruch enthält, und also möglich ist. Ein Exempel haben wir an dem Wasser. Dieses mag man destilliren oder verändern wie man es will: so wird es beständig Wasser verbleiben, und niemals in andere einfache Materien aufgelöset werden, und würden sich wohl

Wie weit die Natur die Cörper zertheilet.

die Arten der Cörper in der Welt erhalten können, oder würden nicht vielmehr beständig neue Arten entstehen müssen, wenn die Natur die Cörper unendlich zertheilte?

Cörper ist ohne Ende theilbar.

§. 9. Wir können demnach die Theilung der Cörper in den Gedancken fortsetzen, wo die Natur in der Zertheilung stehen bleibet. In so ferne ist es wahr, daß sich der Cörper in unendlich viele unendlich kleine Theile zertheilen lasse. Welcher Satz sich folgender Gestalt erweisen lässet: Man ziehe die beyden Parallellinien AB und CD, und beschreibe zwischen ihnen das parallelogrammum EFGH, ferner ziehe man von I nach K eine gerade Linie; so ist gewiß, daß durch die Linie IK das parallelogrammum durchschnitten werde. Ich sage, wenn man die Linie AB in B ohne Ende verlängert, und aus dem Puncte I gegen alle Puncte der Linie AB gerade Linien ziehet: so werde das parallelogrammum EFGH in unendlich viele unendlich kleine Theile zertheilet. Denn da es ausgemacht ist, daß sich die Linie AB ohne Ende verlängern lässet; da man ferner aus dem Puncte I gegen alle Puncte der Linie AB gerade Linien ziehen kan: so werden die Linien IK, IL, IM, u. s. w. das parallelogrammum EFGH immer in kleinere Theile zertheilen; und da es nicht möglich ist, daß die Linie IM mit der Linie CD endlich zusammen stossen könte; indem sonst AB und CD auch einander berühren,

Tab. I. Fig. 1.

ren, und also nicht parallel seyn müsten: so ist offenbar, daß sich diese Theilung ohne Ende fortsetzen lasse. Setzt man nun in den Raum EFHG einen Cörper: so wird er ebenfals in unendlich viele unendlich kleine Theile zertheilt werden.

§. 10. Man kan diesen Satz auch folgendergestalt erweisen. Auf der Linie AB richte man CD perpendicular auf, und beschreibe mit EC einen Bogen GCH, und mit FC den Bogen ICK. Es ist ausgemacht und der Augenschein lehrt es auch, daß der Bogen IK der Linie AB näher komme, als der Bogen GH. Weil sich nun die Linie CD in D ohne Ende verlängern läst: so lassen sich durch den Punct C immer neue Bogen mit grössern Radiis beschreiben: je grösser aber der Radius ist, mit welchen man den Bogen beschreibt, desto näher komt der Bogen zu der Linie AB. Also wird der Raum BCH durch diese Bogen immer weiter eingetheilt, und weil nichts weniger zu befürchten ist, als daß endlich solch ein Bogen mit der Linie AB zusammenfallen möchte, indem sonst ein Circulbogen von seinem Tangenten, folglich eine krumme und gerade Linie nicht mehr von einander unterschieden seyn würden: so muß freylich der Raum BCH ohne Ende zertheilet werden, und also auch ein Cörper, der sich in diesem Raume befindet. Eben dieses bestätigen die Asymptoten der Hyperbel, welche ihr im-

Anderer Beweis. Tab. I. Fig. 2.

immer näher kommen, und sie doch niemals erreichen. Wer wolte aber zweifeln, daß dasjenige, was von einer jeden Ausdehnung gilt, nicht auch von der Ausdehnung der Cörper gelten müsse?

Was hieraus folget.

§. 11. Wenn ein Cörper in unendlich viele unendlich kleine Theile würcklich zertheilet wäre: so wäre es möglich mit der Materie des kleinesten Sandkörngens einen unendlich grossen Raum, dergestalt zu erfüllen, daß die Entfernung zweyer Theilgen von einander noch nicht so groß wäre, als der zehnte Theil von einer Pariser Linie oder noch kleiner. Denn man setze, daß der Raum, welchen der gantze Erdboden erfüllet, in lauter cubische Fächer eingetheilt wäre: es sey ferner der Diameter eines solchen Räumgens noch nicht so groß, als $\frac{1}{10}$ einer Pariser Linie, so ist gewiß, daß die Anzahl dieser Räumgen, so groß sie auch wäre, dennoch endlich seyn würde. Weil nun das Sandkörngen unendlich viele Theile in sich begreift: so ist es möglich in ein jedes dieser kleinen cubischen Fächergen einen kleinen Theil des Sandkörngens zu setzen, und also den gantzen Raum damit zu erfüllen. Denn wenn man nicht in alle diese Räumgen Theilgen des Sandkörngens setzen könte: so wären nicht unendlich viele Theilgen in dem Sandkörngen anzutreffen, welches mit der Bedingung des Satzes stritte. Da ferner der Diameter eines dieser Fächergen noch nicht so groß ist,

als

als $\frac{1}{100}$ von einer Pariſer Linie: ſo kan auch die Entfernung eines Theilgens von dem andern noch nicht $\frac{1}{100}$ einer Pariſer Linie ausmachen. Derowegen könte man mit der Materie eines Sandkörngens einen Raum, der ſo groß wäre wie der gantze Erdboden, dergeſtalt erfüllen, daß die Entfernung eines Theilgens von dem andern noch nicht $\frac{1}{100}$ einer Pariſer Linie betrüge, wenn die Materie würcklich unendlich zertheilt wäre. Und dieſes müſte auch angehen wenn der Raum unendlich groß wäre. Ohnerachtet nun die Natur in der Theilung der Materie nicht ohne Ende fortgeht, ſo gehet ſie doch weiter, als man ſich immer einbilden kan, und die Anzahl derer Theile, in welche ſie die Materie würcklich zertheilet, iſt unausſprechlich groß. Daher läſt ſich begreiffen, wie ein klein wenig Materie einen ungemein groſſen, obgleich nicht unendlichen Raum, dergeſtalt erfüllen könne, daß die Theilgen nicht gar zu weit von einander entfernet ſind. Wir haben dergleichen Exempel an allen riechenden Sachen. Ein einziger Gran Ambra kan ein gantzes Zimmer mit einem guten Geruche erfüllen; folgt aber nicht hieraus, daß faſt in jedem Puncte in der Stube ein ſolches Ambratheilgen anzutreffen ſey? Lanis hat gefunden, daß ein einziger Gran Weyhrauch, nachdem er angezündet worden, ein Gemach erfüllt, deſſen Länge und Breite 20. die Höhe aber 15. Schuh geweſen. Dem

ohn-

ohngeachtet würde der Widerstand, welcher von dieser Materie herrühren kan, in dem ganzen Raume nicht mehr als einen Gran austragen. Denn der Widerstand ist nicht der Grösse des Cörpers, sondern der Menge seiner Materie proportional.

Merckwürdiges Exempel von der Subtilität der Materie.

§. 12. Damit man aber an der unglaublichen Subtilität der Materie desto weniger zweifele, so will ich anführen, was Leuwenhöck hierinnen wahrgenommen. Dieser hat Pfeffer in ein Glas mit Wasser geworffen, und solches an der freyen Luft stehen lassen. Als er hierauf das Wasser durch das Vergrösserungsglas betrachtet: so entdeckte er eine Art Thiergen darinnen, welche sonder Zweifel durch den Geruch des Pfeffers hineingelockt worden sind. Er verglich ihre Grösse mit der Grösse eines Sandkörngens, und befand, daß sich der Diameter eines solchen Thiergens zum Diameter des Sandkörngens wie 1 zu 1000 verhielt. Da sich nun die Cörper wie die Cubi ihrer Diameter verhalten: so verhält sich die Grösse dieses Thiergens zu der Grösse des Sandkörngens wie 1 zu 1000000000. Es war also ein solches Thiergen der tausende Million Theil von einem Sandkörngen. Wie klein müssen die Füsse, die Gliedmassen der Sinnen, die Muskeln, die Adern und Nerven einer solchen Creatur seyn? Hieran läst sich kaum gedencken, gleichwol sind dieses Sachen die würcklich vorhan-

handen sind. Und es ist in der That merckwürdig, daß die Wercke der Natur immer ordentlicher und künstlicher erscheinen, je mehr man sie vergrössert, da es mit den Wercken der Kunst eine gantz andere Beschaffenheit hat. Denn man darf die letztern nur durch ein Vergrösserungsglas betrachten, so wird man sich wundern, wie rauh, unordentlich und unvollkommen sie sind, ob sie gleich mit der grösten Mühe und Sorgfalt verfertiget worden.

§. 13. Durch die Bewegung versteht man die Veränderung des Orts, durch die Ruhe aber das Verbleiben in demselbigen Orte. Was die Bewegung und Ruhe ist.

§. 14. Die Erfahrung bestätiget, daß der Cörper eine Kraft habe, vermöge welcher er der Bewegung widerstehet. Diese Kraft pflegt man die Trägheit (vim inertiæ) zu nennen. Ihr ist es zuzuschreiben, daß nicht durch eine jede Kraft ein jeder Cörper bewegt wird. Sie nimmt zu, wie die Anzahl der Theile in dem Cörper zunimt. Da nun die Ausdehnung gleichfals bey einem Cörper mit der Menge der Theile wächset: so hat man dasjenige, wovon der Cörper die Ausdehnung und Trägheit (extensionem & vim inertiæ) bekömmt, mit dem Nahmen der Materie belegt. Daher ist die Trägheit eines Cörpers der Menge seiner Materie jederzeit proportional. Was Trägheit und Materie ist.

§. 15. Von der Trägheit rührt es her, daß In dem Cörper

sind leere Räumlein.

daß ein Cörper, welcher sich in dem Quecksilber bewegt, einen sehr grossen Widerstand erfähret. Bewegt sich derselbige Cörper im Wasser, so ist sein Widerstand 14 mal geringer; ja die Luft würde der Bewegung dieses Cörpers, bey nahe 1000 mal weniger als das Wasser, und also 14000 mal weniger als das Quecksilber widerstehen. Gesetzt nun, es wären alle Zwischenräumgen der Cörper mit Materie erfüllet; es mag dieselbe so subtil seyn wie sie immer will: so würde ein Cörper, der einen Cubiczoll Quecksilber fortstossen solte, einen Cubiczoll Materie bewegen müssen. Solte sich dieser Cörper in dem Wasser bewegen: so müste er einen Cubiczoll Wasser fortstossen, und weil dieser gantz mit Materie erfüllt wäre, so hätte er abermals einen Cubiczoll Materie zu bewegen. Wären endlich auch die Zwischenräumgen der Luft mit Materie erfüllet, so würde der gedachte Cörper wieder einen Cubiczoll Materie fortstossen müssen, wenn er sich in der Luft bewegen solte. Der Widerstand eines Cörpers ist der Menge seiner Materie proportional (§. 14.) Derowegen würde die Luft der Bewegung eines Cörpers so starck wie das Wasser, und dieses so starck wie das Quecksilber widerstehen müssen, Die Erfahrung aber lehret das Gegentheil. Es kan demnach nicht alles mit Materie erfüllet seyn, und müssen also nothwendig Zwischenräumgen in den Cörpern ange-

getroffen werden, die von aller Materie leer sind. Der Unterscheid zwischen der eigenthümlichen und fremden Materie will hier die Sache nicht ausmachen: denn die Materie mag dem Cörper zugehören oder fremde seyn; so hat sie eine wiederstehende Kraft (vim inertiæ) und es hat noch niemand das Hertz gehabt zu behaupten daß es einen Cörper gäbe, der keine Trägheit besässe.

§. 16. Ein Cörper wird grösser gemacht wenn einige Theile hinzukommen, er wird kleiner wenn einige Theile hinweggenommen werden. Beydes geschicht durch die Bewegung. Wenn die Theile versetzt werden und der ganze Cörper bewegt wird: so ist unnöthig zu erweisen, daß dabey eine Bewegung anzutreffen sey. Da nun aber ausser der Vergrösserung, der Verkleinerung, der Versetzung der Theile und Bewegung des Ganzen keine Veränderung bey dem Cörper von uns deutlich begriffen werden kan: so geschehen alle Veränderungen eines Cörpers die wir deutlich begreiffen durch die Bewegung.

Alle seine Veränderungen geschehen durch die Bewegung.

Das 2. Capitel.

Von der Bewegung.

§. 17.

Eine Kraft ist alles dasjenige, was den zureichenden Grund von einer Veränderung in sich begreift; und also eine bewe-

Was eine Kraft ist.

gende Kraft, was den zureichenden Grund von der Bewegung in sich hält.

Der Cörper hat eine Kraft.

§. 18. Der Cörper widersteht durch seine Materie der Bewegung (§. 14.). Da er nun dem ohngeachtet einen andern in Bewegung setzen kan: so muß in ihm etwas seyn, welches den zureichenden Grund in sich hält von dieser Bewegung. Es besitzt also der Cörper ausser seiner Materie noch eine bewegende Kraft (§. 17.). Aber was ist die bewegende Kraft für ein Ding? Ist es eine Substantz? und was für eine?

Ist in steter Bemühung sich zu bewegen.

§. 19 Eine Kraft ist in einer beständigen Bemühung den Zustand eines Dinges zu ändern. Also müssen die Cörper eine beständige Bemühung anwenden ihren Ort zu ändern, oder sich zu bewegen (§. 13. 18.). Ja sie bewegen sich auch würcklich alle. Denn die Sonne dreht sich um die Axe und es bewegen sich alle Planeten die wir kennen.

1. Actio corporis.

§. 20. Man schreibt dem Cörper überhaupt eine Würckung zu, in so ferne er eine Bemühung anwendet Veränderungen hervor zu bringen. Insbesondere aber würckt ein Cörper in den andern. wenn der Cörper A eine Bemühung anwendet den Zustand eines andern Cörpers B zu ändern.

2. Actio in corpus.

Was die Geschwindigkeit und Di-

§. 21. Ein jeder Cörper, der sich bewegt, bewegt sich mit einer gewissen Geschwindigkeit und nach einer gewissen Direction. Bey der Geschwindigkeit eines Cörpers siehet man auf

den

den Raum welchen er in einer gewissen Zeit zurücke leget. Daß demnach die Geschwindigkeit nichts anders ist, als die Bestimmung der Bewegung in Ansehung des Raumes und der Zeit. Gleichwie man die Bestimmung der Bewegung eines Cörpers in Ansehung der Gegend, gegen welche er sich beweget, die Richtung, oder Direction zu nennen pfleget. Die Direction ist es worauf es beruhet daß man zwey Arten der Bewegung hat, nemlich die Pulsion und anziehende Kraft. Denn wenn sich der leidende Cörper von dem würckenden hinweg bewegt: so geschiehet die Bewegung durch eine stossende, bewegt er sich aber gegen den würckenden Cörper: so geschicht sie durch eine anziehende Kraft. rection ist.

§. 22. Es ist wohl zu mercken, daß man auch ruhenden Cörpern eine Geschwindigkeit und Direction zueignet, in so ferne sie sich nemlich mit einer gewissen Geschwindigkeit und nach einer gewissen Direction bewegen würden, wenn die Bewegung würcklich erfolgte. Man sagt also: Der Cörper A hat dreymal mehr Geschwindigkeit als der Cörper B, wenn A eine Bemühung anwendet sich dreymal geschwinder zu bewegen als B, ohnerachtet sich weder A noch B würcklich bewegt. Das heist die Geschwindigkeit eines ruhenden Cörpers ist das Element von der Geschwindigkeit eines würcklich bewegten. Auch ruhende Cörper haben eine Geschwindigkeit und Direction.

§. 23. Da keine Bewegung seyn kan, oh- Keine Be-

wegung ist ohne Geschwindigkeit und Direction

ne daß ein Cörper in einer gewissen Zeit einen gewissen Raum nach einer gewissen Gegend entweder würcklich durchläuft, oder durchzulauffen bemühet ist: so kan auch keine Bewegung ohne eine determinirte Geschwindigkeit und Direction gedacht werden (§. 21.). Derowegen sind die Geschwindigkeit und Direction Eigenschaften der Bewegung, welche sich von ihr nicht trennen lassen.

Erstes Gesetz der Bewegung.

§. 24. Die Natur einer Unordnung beschuldigen, heist dieselbe nicht kennen. Wer aber ordentlich handelt, handelt nach Regeln. Es giebt demnach gewisse unveränderliche Gesetze der Natur, welche die Cörper bey ihrer Bewegung beständig in acht nehmen. Diese werden wir nothwendig betrachten müssen. Weil ein Cörper der Bewegung widerstehet (§. 14): so muß er, wenn er einmal ruhet, so lange ruhen, bis eine Kraft in ihm würcket, welche eine Bewegung desselben hervorzubringen geschickt ist. Wiederum, wenn ein Cörper in Bewegung gesetzt ist: so muß er fortfahren sich mit einerley Geschwindigkeit nach einerley Direction ohne Aufhören zu bewegen, wenn nicht eine andere Kraft in ihn würcket, welche ihn nöthiget seinen Zustand zu ändern. Denn wenn seine Geschwindigkeit oder Direction solte geändert werden: so müste etwas vorhanden seyn, welches den zureichenden Grund von dieser Veränderung in sich hielte, das ist, es müste mehr als eine Kraft

in

in den Cörper würcken (§. 17.), welches doch wider die Bedingung des Satzes streitet. Es ist dieses das erste Gesetz der Bewegung, welches man sonst mit dem vortreflichen Newton * folgendergestalt auszudrücken pflegt: Corpus omne perseuerat in statu suo quiescendi, vel mouendi vniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare. Ob wir nun gleich keinen Cörper in den Zustand setzen können, daß andere Cörper seiner Bewegung gar nicht widerstehen und dieselbe verändern solten: so nehmen wir doch wahr, daß je geringer dieser Widerstand ist, desto länger daure die nach einer geraden Linie mit gleicher Geschwindigkeit fortgehende Bewegung. Zum Exempel kan das Schlittschuhfahren dienen, weil hier der Widerstand sehr geringe ist. Könte man das Reiben der Füsse an dem Eise und den Widerstand der Luft wegnehmen: so würde diese Bewegung in alle Ewigkeit fortdauren.

Zu einer krummlinigten Bewegung gehören zum wenigsten

§. 25. Ein Cörper beschreibt eine krumme Linie, wenn er seine Direction beständig ändert. Da nun ein Cörper, der nur von einer Kraft getrieben wird, seine Direction nicht verändert (§. 24.): so folgt, daß ein Cörper, der in seiner Bewegung eine krumme Linie beschreibt von mehr als einer Kraft müsse getrieben

* Princ. philos. nat. math. p. 12.

Digitized by Google

zwey Kräfte.

trieben werden, deren eine ihn von der geradelinichten Bewegung beständig zurücke ziehet, und ihn nöthiget seine Direction alle Augenblicke zu verändern. Eine Kraft, welche geschickt ist, die Ruhe, oder die in einer geraden Linie mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortdaurende Bewegung eines Cörpers zu verändern, nennet Newton vim impressam, und setzet drey Arten derselben, nemlich den Stoß, den Druck und die nach einem beständigen Puncte abzielende Kraft. (ictum, pressionem & vim centripetam.) (§. 104.)

Was der Stoß und Druck sey.

§. 26. Wenn ein Cörper A dergestalt in einen andern B würcket, daß, ehe er in ihn würcket, er denselben nicht berühret: so geschiehet seine Würckung durch einen Stoß. Wenn er aber so in den andern würcket, daß er ihn berühret ehe die Würckung erfolget: so verrichtet er seine Würckung durch einen Druck. Wenn z. E. ein schwerer Cörper auf etwas fällt, so stößt er an dasselbe, wenn er darauf liegt, so äussert er seine Schwere durch Drücken.

Aus gleichen und entgegengesetzten Kräften folgt eine Ruhe.

§. 27. Wenn in einem Cörper gleiche Kräfte nach entgegengesetzten Richtungen in einander würcken: so ist kein Grund vorhanden, warum die Bewegung vielmehr nach der Direction der einen, als nach der Direction der andern Kraft erfolgen solte. Derowegen muß die Bewegung nach keiner Direction geschehen. Nun ist aber eine Bewegung ohne

Die

Direction keine Bewegung (§. 23.). Folglich können gleiche Kräfte, welche in einem Cörper nach entgegengesetzter Direction in einander würcken, keine Bewegung hervorbringen.

§. 28. Hingegen wenn eine von denen einander entgegengesetzten Kräften grösser ist als die andere: so enthält die grössere Kraft die kleine in sich, und überdem noch eine Kraft. Da nun solchergestalt auf der einen Seite eine Kraft anzutreffen ist, welche auf der andern nicht ist: so ist ein Grund vorhanden von der Bewegung nach der Direction der stärckern Kraft (§. 17.). Also ist klar, daß die Bewegung nach dieser Direction erfolgen müsse. Ja eben darum müssen die einander entgegengesetzten Kräfte eines Cörpers allemal gleich seyn, wenn er ruhet. Aus ungleichen folgt eine Bewegung.

§. 29. Eben so ist offenbar, daß ein Grund von einer noch einmal so starcken Bewegung vorhanden sey, wenn die Kraft noch einmal so groß ist (§. 17.), und daß also die Bewegung jederzeit der in den Cörper würckenden Kraft proportional seyn müsse. Wenn ferner eine Kraft, nach einer gewissen Direction in den Cörper würcket; so ist ein Grund von der Bewegung nach der Direction dieser Kraft vorhanden. Folglich muß die Bewegung allemal nach der geraden Linie erfolgen, nach welcher die Kraft in dem Cörper würcket. Dieser Satz, mutatio motus proportionalis Das andere Gesetz der Bewegung.

nalis est vi motrici impressæ, & fit secundum lineam rectam, qua vis illa imprimitur, ist das andere Gesetz der Bewegung.

Der Widerstand ist eine Würckung.

§. 30. Ein Cörper widerstehet einem andern, wenn er die Würckung desselben verhindert. Weil nur diejenigen Kräfte, welche nach entgegengesetzten Richtungen in einander würcken, einander verhindern (§. 27.): so widerstehet ein Cörper der Bewegung eines andern indem er nach der entgegengesetzten Richtung in ihn würcket. Und weil der Cörper B in den Cörper A würcket, wenn er der Bewegung des Cörpers A widerstehet: so gehöret der Widerstand eines Cörpers unter die Würckungen desselben.

Wird aus der Erfahrung erwiesen.

§. 31. Die Erfahrung stimmet hiermit überein, indem die Cörper, wenn sie der Bewegung widerstehen, dieselbigen Erscheinungen geben, die von der Würckung eines Cörpers in den andern herrühren können. Wenn wir mit unsern Händen gegen einen Stein drücken, so drückt der Stein gegen die Hände zurück. Zerbricht nicht ein Glas, man mag mit einem Stocke daran schlagen, oder es gegen die Wand werffen, obgleich die Wand der Bewegung des Glases bloß widerstehet? Ein Ball springt von der Wand, welche seiner Bewegung widerstehet, zurück. Wenn man in einem Kahne sitzet, und durch Hülfe eines Seiles einen andern Kahn nach sich ziehet: so wird sich auch derjenige bewegen, darinnen

innen man sitzet, ob er gleich solches bloß durch den Widerstand thun muß. Eine weiche Thonkugel wird platt, man mag dagegen schlagen, oder sie an einen Cörper anstossen, der ihrer Bewegung widersiehet. Hieraus ist zur Genüge offenbar, daß der Widerstand dieselbigen Erscheinungen gebe, welche man in andern Fällen der Würckung eines Cörpers zuschreibet. Noch klärer erhellet solches aus nachfolgenden Experimenten, woraus sich zugleich abnehmen läßt, daß ein Cörper, indem er widersiehet, sich würcklich nach der Gegend bewege, gegen welche der Widerstand gerichtet ist, wenn nur nicht etwas diese Bewegung hindert.

und mit Experimenten bestätigt.

§. 32. Wenn man Sand auf einen Teller legt, und an den Teller anstösset, es sey nach welcher Direction es wolle: so wird sich der Sand allemal der Direction des Stosses entgegen bewegen. Keine Kraft ist der Direction des Stosses entgegengesetzt als der Widerstand (§. 30.). Also muß sich der Sand im gegenwärtigem Falle durch den Widerstand, der sich in dem Sande äussert. wenn man an den Teller anstößt, bewegt haben (§. 29.).

Anderes Experiment. Tab. I. Fig. 3.

§. 33. Man nehme einen langen dürren Stock AB, oder auch den Stiel von einer langen Tobackspfeiffe, hänge denselben in A an einen Faden perpendicular auf, unten an das Ende des Stockes B setze man ein klei-

nes Gläsgen C, so, daß der Stock das Glas berühre. Wenn man nun nach der Direction ED an den Stock AB anschlägt, daß durch den Schlag der Stock AB so geschwind, als möglich zerbrochen wird: so wird das Glas C nach der Direction CG zurücke fliegen. Weil der Schlag nach der Direction ED geschichet, und das Glas C nach der entgegengesetzten Richtung CG umfällt: so kan die Bewegung des Glases C nicht unmittelbar von dem Schlage an den Stock AB herrühren (§. 29.); sondern es muß vielmehr das Glas C von dem Stocke AB, indem der Schlag geschiehet, nach der Direction CG umgestossen werden. Derowegen muß sich der Stock AB von B nach H, und also der Direction des Schlages entgegen bewegen. Er muß demnach durch eine Kraft bewegt werden, welche dem Schlage entgegenwürcket. Keine Kraft würcket dem Schlage entgegen als der Widerstand (§. 30.); derowegen muß der Stock AB durch den Widerstand, den er äussert wenn er zerbrochen wird, von B nach H bewegt werden. Also kan sich ein Cörper durch den Widerstand, den er äussert, bewegen. Es ist aber leicht zu erachten, warum die Bewegung desjenigen Cörpers, der da widerstehet, nicht in allen Fällen erfolget. Denn da in dem gegenwärtigen Experimente der Stock AB durch den Schlag zerbrochen wird: so kan der Cörper,

mit

mit welchem der Schlag verrichtet worden, durch seine Gegenwart, die Bewegung des Stockes AB nicht hindern, welches in andern Fällen geschiehet.

§. 34. Wenn alles bleibt wie vorhin (§. 33.), und man verrichtet den Schlag, durch welchen der Stock AB zerbrochen wird, nach der Direction DE: so wird das Glas C nicht umfallen, sondern unbeweglich stehen bleiben. Denn wenn der Schlag an den Stock AB nach der Direction DE geschieht, so bewegt sich der Stock AB, wegen des Widerstandes den er äussert, von B nach K (§. 33.). Er entfernt sich also von dem Glase, und ist solchergestalt nicht möglich, daß er es umstossen solte. Drittes Experiment. Tab. I. Fig. 3.

§. 35. Wenn man um die beyden Enden einer langen Tobackspfeiffe zwey Haare schlinget, und sie bey denselben horizontal hält: so werden, wenn die Tobackspfeiffe entzwey geschlagen wird, weder die Haare zerreissen, noch wird der, welcher die Haare gehalten, das geringste von dem Schlage fühlen können. Denn weil sich die Tobackspfeiffe, wegen des Widerstandes, den sie äussert, nach der dem Schlage entgegengesetzten Direction beweget (§. 33.): so muß sie sich von denen Haaren, auf welchen sie ruhet, entfernen; sie kan also nicht in dieselben würcken, und sie folglich auch nicht zerreissen. Um dieses desto deutlicher zu zeigen, habe ich an den langen Viertes Experiment. Fünftes Experiment.

Arm

Arm einer sehr empfindlichen Schnellwage eine Tobackspfeiffe ED, vermittelst zweyer
Tab. I. Zwirnfaden AE und AD, angehänget, und
Fig. 4. sie mit dem Gewichte B in wagerechten Stand gesetzt. Als ich hierauf die Tobackspfeiffe ED von A perpendicular mit einem Stocke entzwey schlug: so stund die Wage unbeweglich, und erlitte von diesem Schlage keine Veränderung, ausser daß sie nach verrichtetem Schlage nach der Direction BG einen Ausschlag gab, weil die Stücken von der Tobackspfeiffe von der Wage herunter fielen, wodurch sie in A leichter wurde, und also nothwendig auf der andern Seite B einen Ausschlag geben muste. Wird nun eine solche empfindliche Wage von dem Schlage, der hier auf der Tobackspfeiffe verrichtet wird, nicht gerühret, wie viel weniger wird der, welcher sie hält, die Gewalt des Stosses, dadurch sie zerbrochen wird, empfinden können. Man könte vielleicht auf die Gedancken kommen, als wären in dem angeführten Experimente die Haare darum nicht zerrissen, weil weniger Kraft erfodert würde dergleichen Tobackspfeiffe zu zerbrechen, als die Haare, daran man sie aufgehängt hatte, zu zerreissen. Damit ich nun das Gegentheil hievon darthun könte, so habe ich eine Tobackspfeiffe an beyden Enden mit zwey Haaren aufgehängt, mitten an dieselbe habe ich Gewichte befestigt, da sich denn allemal befunden, daß die Haare durch das Gewicht

eher

eher zerrissen, als die Tobackspfeiffe zerbrochen worden.

§. 36. Wenn ein Cörper A der Bewegung gar nicht widerstünde: so würde er die Würckung des andern Cörpers B gar nicht verhindern (§. 30.). Wenn er die Würckung des Cörpers B gar nicht verhinderte, so würde die Würckung des Cörpers B unverändert bleiben (§. 24.). Wenn die Würckung des Cörpers B unverändert bliebe: so würde dieselbe nicht gegen den Cörper A determiniret werden. Würde nun aber die Würckung des Cörpers B nicht gegen den Cörper A determiniret: so würde auch der Cörper B nicht in den Cörper A würcken können (§. 20.). Wenn also ein Cörper der Bewegung gar nicht widerstünde: so würde ein anderer gar nicht in ihn würcken können. Es ist demnach der Widerstand eines Cörpers der Grund, warum ein anderer in ihn würcken kan. Und derowegen kan ein Cörper nicht stärcker in den andern würcken, als ihm der andere widerstehet. Wiederum kan kein Cörper stärcker widerstehen, als ein anderer in ihn würcket, indem keine Kraft vorhanden wäre, welcher er widerstehen solte. Da nun der Widerstand eines Cörpers in Ansehung des in ihn würckenden die Gegenwürckung genennt wird: so muß nothwendig die Würckung eines Cörpers der Gegenwürckung des andern jederzeit gleich seyn. Das dritte Gesetz der Bewegung.

§. 37.

Digitized by Google

Weitere Erläuterung desselben.

§. 37. Dieser Satz, actio & reactio sunt aequales, ist wiederum ein Gesetz der Bewegung, welches in der Naturlehre von unaussprechlichem Nutzen ist. Nur muß es recht verstanden werden, weil man widrigenfalls dasselbe leicht unrecht anbringen möchte. Gesetzt also, es solte eine Last von 6 Centnern von einem Pferde fortgezogen werden: so ist offenbar, daß so bald das Pferd 6 Centner Kraft anwendet, die Last zu bewegen, so bald ist auch der ganze Widerstand der Last überwunden. Die übrige Kraft wendet das Pferd also nicht an, in die Last zu würcken, sondern vielmehr seinen eigenen Cörper fortzubewegen. Weil nun der Widerstand der Last gehoben, und dieselbe mit dem Pferde verbunden ist, so muß sie ihm nothwendig nachfolgen. Ohngeachtet aber die gantze Kraft des Pferdes viel grösser seyn kan, als der Widerstand der Last, zum Exempel 8 Centner: so können doch von diesen 8 Centnern nicht mehr als 6 angewendet werden, den Widerstand der Last zu überwinden. Daß also die Würckung des Pferdes in die Last und die Gegenwürckung der Last in das Pferd einander beständig gleich verbleiben. Wir wollen ferner setzen, es hängt eine Spinne in der Luft an einem Faden: so kan ich mit der grösten Gewalt an sie schlagen, ohne daß ihr dadurch besonder Leid zugefügt wird. Denn da meine Würckung in die Spinne nicht grösser seyn kan, als

ihr

ihr Widerstand (§. 36.), dieser aber wegen der wenigen Materie, so dieses Thier besitzt, sehr gering ist (§. 14.); so kan freylich meine Würckung in die Spinne nicht groß seyn. Man kan aber auch hier sehen, daß die Kraft, welche nicht in die Spinne zu würcken konte angewendet werden, eine desto geschwindere Bewegung der Hand verursacht. Es fallen also alle Schwierigkeiten weg, wenn man nur auf den Unterscheid inter actionem corporis & actionem in corpus (§. 20.) wohl acht hat. Von der letztern wird behauptet, daß sie aequalem reactionem habe, nicht aber von der ersteren. Es kan auch folgendes Experiment zur Erläuterung dieses Satzes dienen. Wenn man an den Arm einer Wage ein Stück Eisen anhängt, und sie durch ein Gewichte in wagerechten Stand setzet: so wird man durch einen Magneten welcher dergestalt unter das Eisen gehalten wird, daß er dasselbe noch nicht berühret, den Wagebalcken in Bewegung setzen können. Hieraus erhellet also daß der Magnet das an den Wagebalcken gehängte Eisen an sich ziehe. Weil nun solchergestalt der Magnet in das Eisen würcket: so müste vermöge des gegenwärtigen Satzes das Eisen eben so starck in den Magneten zurückwürcken. Damit man dieses wahrnehmen könne, so hange man ferner den Magneten an den Wagebalcken, und setze ihn wie vorhin das Eisen, durch ein Gegen-

gengewicht in wagerechten Stand. Wenn dieses geschehen. so halte man ein Stück Eisen unter den Magneten, doch so, daß der Magnet das Eisen noch nicht berühre: so wird wie vorhin der Wagebalcken mit dem Magneten sich dem Eisen nähern. Hieraus erhellet, daß nicht nur der Magnet das Eisen, sondern daß auch das Eisen den Magneten an sich ziehe. Welche beyde Würckungen vermöge des gegebenen Erweises einander gleich seyn müssen. Es hat also dieses Gesetz der Bewegung auch bey der anziehenden Kraft der Cörper statt. Man sagt aber, daß der Cörper A den Cörper B an sich ziehe, wenn der Cörper B eine Bemühung anwendet sich gegen A zu bewegen, so, daß der Cörper A, gegen welchen die Bewegung geschiehet, dieselbe verursachet.

Der Cörper würkt beständig nach allen Gegenden.

§. 38. Ein jeder Cörper ist impenetrabel oder undurchdringlich. Denn man mag ihn berühren von welcher Seite man will, so wird er verhindern, daß man nicht in denselbigen Raum kommen kan, wo er zugleich anzutreffen ist. Derowegen widersteht ein jeder Cörper beständig nach allen Gegenden (§. 30.). Da nun dasjenige, was einen Widerstand äussert, eine Würckung besitzet (§. 31.): so muß ein jeder Cörper beständig nach allen Gegenden würcken, und da diese Würckung dem Stosse oder Drucke eines andern allemal entgegengesetzt ist (§. 30.): so kan sie nicht davon

von herrühren (§. 29.), sondern sie muß vielmehr schon vorher in dem Cörper vorhanden gewesen seyn. Weil ferner kein Grund vorhanden wäre, warum eine von denen nach entgegengesetzten Gegenden gerichteten Kräften grösser seyn solte als die andere: so müssen sie einander gleich seyn. Wer solte aber wohl vermuthen daß diese Kraft des Cörpers unendlich groß wäre? und doch wird sichs nicht ändern lassen man wird es einräumen müssen. Denn wenn sie nicht unendlich groß ist: so ist es möglich es durch eine andere Kraft dahin zubringen daß ein Cörper in eben denselbigen Raum kömmt, darinnen sich schon ein anderer befindet. Im Vertrauen könnt ihr euch dieses vorstellen?

Wie ein Cörper dem andern die Bewegung mittheilet.

§. 29. Nun können wir auf eine verständliche Art erklären, wie ein Cörper dem andern die Bewegung mittheilen könne. Denn gesetzt, die Kraft cd des Cörpers A habe 100 Grade: so wird die entgegengesetzte Kraft cf auch 100 Grade haben müssen (§. 38.). Derowegen sind die einander entgegengesetzten Kräfte cd und cf in dem Cörper A einander gleich, und also muß er ruhen (§. 27.). Wenn aber der Cörper B mit einer Kraft von 40 Graden nach der Directiou dc in den Cörper A würcket: so wird der Cörper A mit einer Kraft von 40 Graden in den Cörper B zurückewürcken müssen (§ 36.). Die Kraft cd hat zwar 100 Grade, da aber 40 Grade

Tab. I. Fig. 5.

derſelben angewendet werden dem Cörper B zu widerſtehen, und eine Kraft zu gleicher Zeit nicht zwey verſchiedene Würckungen verrichten kan: ſo bleiben der Kraft cd nur noch 60 Grade übrig, mit welchen ſie in die entgegengeſetzte Kraft cf würcken kan. Derowegen wird die Kraft cf um 40 Grade ſtärcker ſeyn, als die ihr entgegengeſetzte cd, Alſo wird die Bewegung des Cörpers A nach der Direction der Kraft cf mit einer Kraft von 40 Graden erfolgen müſſen (§. 29.), das iſt, mit einer Kraft, welche der Würckung des Cörpers B, und alſo, vermöge deſſen, was erwieſen iſt, dem Unterſchiede der in dem Cörper A einander entgegengeſetzten Kräfte cf und cd gleich iſt.

Der Würckende verliehrt etwas von ſeiner Bewegung.

§. 40. Der Cörper A widerſtehet der Bewegung des Cörpers B eben ſo ſtarck, als der Cörper B in ihn würcket (§. 36.). Da er nun ſolchergeſtalt die Bewegung des Cörpers B verhindert (§. 30.): ſo muß der Cörper B ſo viel von ſeiner Bewegung verlieren, als ihm der Cörper A widerſtanden hat (§. 27.). Nun iſt aber die Bewegung, welche der Cörper A erhält, eben ſo groß als der Widerſtand, den er gegen den Cörper B äuſſert (§. 39.). Derowegen muß der Cörper B ſo viel von ſeiner Bewegung verlieren, als dem Cörper A davon zuwächſt. Wenn alſo der Cörper A die gantze Bewegung des Cörpers B überkömmt: ſo muß dieſer, nach verrichtetem

Tab. I. Fig. 5.

Digitized by Google

lem Stosse ruhen. Bekömmt der Cörper A nur einen Theil von der Bewegung des Cörpers B; so muß der andere Theil der Bewegung dem Cörper B übrig bleiben. Er muß sich also nach verrichtetem Stosse langsamer bewegen, als vorher. Wenn endlich der Cörper A durch den Stoß des Cörpers B gar nicht in Bewegung gesetzt würde: so kan der Cörper B auch gar nichts von seiner Bewegung verlieren. Derowegen muß die Summe der Kräfte vor und nach dem Stosse beständig gleich verbleiben. Und dieses gilt allemal wenn nicht ein Theil der Kraft zu Eindrückung der Theile angewendet wird.

§. 41. Hieraus erhellet zur Genüge, daß bey der Bewegung die Kraft nicht aus einem Cörper in den andern herüber gehe, sondern der Widerstand hebt nur das Gleichgewichte unter den Kräften eines Cörpers auf, wenn die Bewegung erfolget. Man kan sich dieses durch folgendes Exempel deutlich machen. Wenn zwey gleichschwere Gewichte A und B an ein Seil befestiget, und über eine Rolle gehängt wären: so würden sie einander in der Ruhe erhalten. So bald man aber das eine Gewichte A mit der Hand unterstützet, daß es gegen die Hand drucket, und also nicht mit seiner gantzen Schwere in das andere Gewicht B würcken kan: so wird sogleich die Bewegung nach der Direction des andern Gewichtes B erfolgen. Nun setze man

Weitere Erläuterung.

Tab. I. Fig. 9.

Tab. I. Fig. 9. Fig. 5. an ſtatt der beyden Gewichte A und B zwey einander entgegengeſetzte Kräfte cd und cf eines Cörpers, und an ſtatt der Hand, welche das eine Gewichte unterſtützet, einen andern Cörper B, der an den vorigen A anſtößt: ſo wird alles gantz leicht werden.

Wie man die Geſchwindigkeit eines Cörpers beſtimmet.

§. 42. Wenn ſich ein Cörper innerhalb einer Minute durch 3 Schuh, ein anderer ſich aber in derſelben Zeit nur durch einen Schuh bewegt: ſo bewegt ſich der erſte 3 mahl geſchwinder als der letzte. Alſo verhalten ſich die Geſchwindigkeiten der Cörper wie die Raume, wenn die Zeiten gleich ſind. Wenn ferner ein Cörper 3 Schuh innerhalb einer Minute durchläuft, ein anderer aber ſich durch 3 Schuh innerhalb 3 Minuten bewegt: ſo hat abermals der erſtere 3 mahl mehr Geſchwindigkeit als der letzte. Derowegen verhalten ſich die Geſchwindigkeiten umgekehrt wie die Zeiten, wenn die Raume gleich ſind. Und alſo ſind überhaupt die Geſchwindigkeiten zweyer Cörper in ratione compoſita ex directa ſpatiorum & inverſa temporum.

Dieſes geſchiehet wenn man den Raum durch die Zeit dividiret.

§. 43. Wir wollen ſetzen, es bewegt ſich ein Cörper A binnen 4 Minuten durch 12 Schuh, ein anderer B bewegt ſich innerhalb 8 Minuten durch 24 Schuh: ſo giebt ein jeder zu, daß ſich beyde Cörper gleich geſchwinde bewegen. Weil man nun bey der Geſchwindigkeit auf Zeit und Raum zugleich zu

ſehn

sehn hat (§. 42.): so muß man, um die Geschwindigkeit der beyden Cörper A und B zu entdecken, die Zeit und den Raum eines jeden so mit einander verbinden, daß die herauskommenden Zahlen einander beyderseits gleich sind.

Die Zeit des Cörpers A war ⩵ 4, sein Raum ⩵ 12, die Zeit des Cörpers B ⩵ 8, sein Raum ⩵ 24. Da nun durch keine von den 4 Rechnungs-Arten 2 gleiche Zahlen herausgebracht werden, als durch die Division: (Denn wenn ich 12 durch 4 dividire, so kömmt eben so viel heraus, als wenn ich 24 durch 8 dividire,) so hat die Regel ihre Richtigkeit: man findet die Geschwindigkeit eines Cörpers, wenn man den Raum, den er durchläuft, durch die Zeit, welche er zubringet, dividiret.

§. 44. Es sey die Geschwindigkeit des Cörpers A ⩵ C, seine Zeit ⩵ T, sein Raum ⩵ S. Die Geschwindigkeit des Cörpers B ⩵ c, seine Zeit ⩵ t, sein Raum ⩵ f: so ist Zusatz.

$$C : c \sqsupseteq \frac{S}{T} : \frac{f}{t} \text{ (§. 43.)}$$

$$C : c \sqsupseteq \frac{St}{Tt} : \frac{fT}{Tt} \sqsupseteq St : fT \text{ (§. 42.)}$$

Wenn nun T ⩵ t:

C: c ⩵ S: f u. wenn S ⩵ f; C: c ⩵ t: T.

Weil s : t ∷ c : 1 :

so ist s ∷ tc, das ist, man findet den Raum, wenn man die Zeit mit der Geschwindigkeit multipliciret.

Von der zusammengesetzten Bewegung.

§. 41. Wenn die Zeiten gleich sind, so verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Raume (§. 42.). Nun kan man die Verhältniß der Raume durch Linien ausdrucken, also lassen sich auch die Geschwindigkeiten durch Linien andeuten. Gesetzt demnach, es solte sich ein Cörper A in gleicher Zeit durch die Linie AC und AB bewegen: so verhalten sich die Geschwindigkeiten, mit welchen er sich nach C und B bewegen soll, wie die Linien AC und AB (§. 42.). Die eine Kraft AC treibt den Cörper nach der Linie CD, die andere Kraft AB treibt ihn nach der Linie BD, und weil beyde Bewegungen in gleicher Zeit geschehen, da ferner keine die andere verhindern kan (§. 29.): so muß der Cörper A am Ende seiner Bewegung so wol in der Linie CD als in der Linie BD angetroffen werden. Nun ist kein Punct in beyden Linien CD und BD zugleich vorhanden, als der Punct D. Derowegen muß sich der Cörper A nach geendigter Bewegung in dem Puncte D befinden. Er wird sich ferner von A nach D in einer geraden Linie bewegen, vermöge des ersten Gesetzes der Bewegung (§. 24.). Eine gerade Linie AD, welche von dem einen Winckel A eines parallelogrammi nach dem entgegen-

Tab. I. Fig. 6.

ge-

gesetzten D gezogen wird, heist die Diagonallinie des parallelogrammi. Also muß sich ein Cörper, welcher von 2 Kräften getrieben wird, die einen gewissen Winckel einschliessen, in derselbigen Zeit durch die Diagonallinie eines parallelogrammi bewegen, davon die Geschwindigkeiten derer beyden Kräfte die Seiten sind, in welcher er sich durch die eine Seite AB oder AC würde bewegt haben, wenn er nur von einer dieser beyden Kräfte wäre getrieben worden.

§. 46. Es ist demnach sowol die Direction, als Geschwindigkeit eines Cörpers der von zwey Kräften getrieben wird, durch diese Diagonallinie bestimmt. Denn was insonderheit die Geschwindigkeit desselben betrift; so ist offenbar, daß der Cörper A in derselbigen Zeit, die Linie AD durchlauffen müsse, in welcher er sich durch die Linie AB bewegt haben würde, wenn er von der Kraft AB alleine getrieben worden wäre. Folglich bewegt er sich in eben der Zeit durch die Linie AD, in welcher er sich durch die Linie AC oder AB alleine würde bewegt haben, wenn die Bewegung einfach gewesen wäre. Da sich nun die Geschwindigkeiten wie die Raume verhalten, wenn die Zeiten gleich sind (§. 42.), so verhält sich die Geschwindigkeit des Cörpers A, die er von beyden Kräften zugleich erhält, zu der Geschwindigkeit, die er von einer dieser beyden

Wird weiter erläutert. Tab. I. Fig. 6.

Kräfte, z. E. AC alleine erhalten hätte, als wie die Linie AD zu der Linie AC.

Wird durch die Erfahrung bestätigt.

§. 47. Die Bewegung, welche erfolget, indem ein Cörper von verschiedenen Kräften getrieben wird, die einen gewissen Winckel einschliessen, pflegt man eine zusammengesetzte Bewegung zu nennen. Sie ist bey einer mathematischen Erkäntniß der Natur unentbehrlich, und stimmet mit der Erfahrung vollkommen überein. Denn wenn, zum Exempel, der Cörper A ein Schiff wäre, das sich auf einem Flusse befände, der Strohm triebe das Schiff in einer Minute durch die Linie AC, die Gewalt des Windes stiesse es binnen derselbigen Zeit durch die Linie AB: so lehrt die Erfahrung, daß das Schiff in keiner von beyden Linien AC und AB, sondern vielmehr in der Diagonallinie AD über den Fluß herüber-

Fig. 6.

Tab. I. Fig. 7.

gehe. Wiederum, wenn man an eine elfenbeinerne Kugel C zwey andere A und B zu gleicher Zeit anstossen läst: so wird sich die Kugel C weder nach der Direction CD, noch nach der Direction CE bewegen, sondern sie wird vielmehr die Linie CF, welches die Diagonallinie von dem parallelogrammo CDFE ist durchlauffen. Auf gleiche Weise bewegt sich eine Kirschkerne, wenn man sie mit den Fingern unter einem spitzen Winckel druckt.

Die zusammengesetzte Bewe-

§. 48. Je spitzer der Winckel DCE ist, den die Kräfte einschliessen, desto grösser wird der Winckel FDC. Je grösser

der

der Winckel FDC ist, desto grösser wird die Diagonallinie FC. Je länger aber die Diagonallinie FC ist, desto grösser ist die Geschwindigkeit, welche ein Cörper wegen der zusammengesetzten Bewegung bekommt (§. 46.). Derowegen ist die Geschwindigkeit, welche ein Cörper wegen der zusammengesetzten Bewegung bekömmt, grösser, wenn der Winckel DCE, den die Kräfte einschliessen, spitz, als wenn er stumpf ist, und desto grösser, je spitziger derselbe ist.

gung ist desto grösser, je spitziger der Winckel der Kräfte ist. Tab. I. Fig. 7.

§. 49. Es sey CD ⊐ CE, weil CE ⊐ FD: (§. 102. Geom.) so ist CD ⊐ FD, (§. 22. Ar.) und folglich o ⊐ y (§. 79. Geom.) Es sey ferner o † x kleiner als 120 Grad: so ist x kleiner als 60 Grad. (§. 102. Geom.) Derowegen y kleiner als 60 Grad. Folglich r grösser als 60 Grad (§. 74. Geom.). Es ist demnach r der gröste Winckel in dem Triangul CFD, und also CF die gröste Seite (§. 19. Trigon.). Nun ist CF die Diagonallinie, derowegen ist die Geschwindigkeit eines Cörpers, welcher von zwey gleichen Kräften getrieben wird, die einen Winckel, der kleiner ist als 120°, einschliessen, allemahl grösser, als sie würde gewesen seyn, wenn nur eine von beyden in ihn gewürckt hätte. Weil aber CF kleiner ist als DC † CF: (§. 26. Geom.)

Wird genauer bestimmt. Tab. I. Fig. 7.

so ist dennoch diese Geschwindigkeit kleiner, als sie würde gewesen seyn, wenn er von beyden Kräften cD und CE nach einer Direction wäre getrieben worden.

Wie man die Bewegung bestimmet wenn viele Kräfte zugleich würcken.

§. 50. Wenn 3 oder mehrere Kräfte zugleich in dem Cörper würcken: so darf man nur immer zwey davon als eine zusammengesetzte ansehen (§. 45.): so wird man dadurch gleichfals die Bewegung bestimmen können. Es seyen die 3 Kräfte AB, AD und AF; so geben die beyden AB und AD die Geschwindigkeit AC (§. 45.). AC und AF aber die Geschwindigkeit AE (§. 45.). Also muß der Cörper die Linie AE mit einer Geschwindigkeit = AE durchlaufen, wenn er von den 3 Kräften AB, AD und AF getrieben wird. Tab. I. Fig. 8.

Was eine gerade und schiefe Bewegung sey.

§. 51. Es bewegt sich ein Cörper G gerade gegen den andern AB, wenn seine Directionslinie GC auf der Fläche des Cörpers AB perpendicular stehet. Wenn hingegen die Directionslinie Ge mit der Fläche AB einen schiefen Winckel macht: so nennt man dieses eine schiefe Bewegung. Hieraus folget, es stosse eine Kugel gerade an die andere an, wenn ihre Directionslinie durch den Mittelpunct der andern Kugel gehet. Denn es stehen nur diejenigen Linien auf der Kugelfläche perpendicular, welche durch den Mittelpunct der Kugel gehen. In den übrigen Tab. I. Fig. 10.

Fäl-

Fällen ist der Stoß schief. Weil sich nun eine jede gerade Linie als eine Diagonallinie eines parallelogrammi betrachten läßt: so kan auch allemahl eine geradelinichte Bewegung als eine zusammengesetzte angesehen werden. Also kan man auch die schiefe Bewegung Gd, als aus zwey anderen zusammengesetzt betrachten, davon die eine Gc auf der Fläche AB perpendicular stehet, die andere GF aber mit der Fläche AB parallel fortläuft. Denn wenn diese beyden Kräfte in den Cörper G würcken: so ist sowol seine Geschwindigkeit als Direction in der Linie Gd bestimmet. (§. 46.)

Eine schiefe Bewegung kan man als aus zweyen zusammengesetzt betrachten.

§. 52. Die Würckung eines Cörpers in den andern erfolgt allemahl nach einer Linie, welche auf der Fläche des leidenden Cörpers perpendicular stehet. Denn die Directionslinie des würckenden Cörpers steht entweder perpendicular oder schief auf der Fläche des andern. Wenn die Directionslinie der Kraft auf der Fläche des leidenden Cörpers perpendicular stehet: so ist gar kein Zweiffel, daß die Würckung nach der Perpendicularlinie geschehe (§. 29.). Wenn aber die Directionslinie Gd mit der Fläche AB einen schiefen Winckel macht, und der Cörper G solte nach dieser Direction in den andern AB würcken: so müste er seine Würckung mit dem Puncte e verrichten. Weil er aber mit dem Puncte e die Fläche AB nicht berühret: so kan er auch

Die Würckung eines Cörpers geschichet allemal nach der Perpendicularlinie. Tab. I. Fig. 10.

auch nicht nach der Direction Gd an den Cörper AB anstossen. Es muß demnach die Würckung mit dem Puncte i geschehen, der die Fläche AB berührt. Da nun der Punct i nach der Direction der Kraft Fd würcket, die Linie Fd aber auf AB perpendicular stehet: so muß auch bey der schiefen Bewegung die Würckung eines Cörpers in den andern nach der Perpendicularlinie geschehen.

Wird durch die Erfahrung bestätiget.

§. 53. Die Erfahrung stimmet damit überein. Denn wenn eine elfenbeinerne Kugel A, an eine andere B, nach der Direction ce, und also schief anstößt (§. 51.): so bewegt sich die Kugel B von diesem Stosse nach der Direction dG, und also nach der Direction der Kraft fe, welche auf der Kugel B perpendicular stehet. Allein vielleicht sind diesem Satze andere Erfahrungen entgegen. Man schiesse nur mit einer Flinte unter einen spitzigen Winckel gegen ein Bret: so wird die Kugel unter eben diesen Winckel in das Bret hineinfahren. Solte hieraus nicht folgen daß die Kugel ihre Würckung nach eben der Direction, und also nicht nach der Perpendicularlinie verrichtet hätte? Aber hierauf dienet zur Antwort, daß die Kugel den Anfang ihrer Würckung in das Bret würcklich nach der Direction Fd mache. Allein nachdem sie so tief in das Bret hineingedrungen, daß der Punct e ebenfals etliche Theile des Holtzes berührt: so mag sie sich immerhin nach der Direction

Tab. I. Fig. 11.

und von einem Einwurfe befreyet.

Fig. 10.

Gd

Digitized by Google

Gd fortbewegen, sie verrichtet dennoch ihre Würckung in diejenigen Theile, welche den Punct berühren nach der Perpendicularlinie.

§. 54. Weil demnach eine jede Würckung nach der Perpendicularnie geschiehet: so würcket ein Cörper mit seiner gantzen Kraft in den andern, wenn seine Directionslinie auf der Fläche des leidenden perpendicular stehet. Wenn aber die Directionslinie ce des Cörpers A auf der Fläche des Cörpers B nicht perpendicular stehet: so würckt auch der Cörper A nicht mit seiner gantzen Kraft ce in den Cörper B, sondern er verrichtet diese Würckung nur mit einem Theile seiner gantzen Kraft, nemlich mit der Kraft fe. Daß aber die Kraft fe kleiner als ce, und also ein Theil der letztern sey. ist leicht zu erweisen. Denn ce ist die Hypothenuse, fe aber ein Cathetus von dem rechtwinckelichten Triangel cfe. Die Hypothenuse aber ist allemahl grösser als der Cathetus. (§. 144. Geom.)

Bey der schieffen Bewegung geschiehet die Würckung nicht mit der gantzen Kraft des Cörpers.

Tab. I. Fig. 11.

§. 55. Die Würckung eines Cörpers läßt sich vermehren und vermindern. Da nun dasjenige, was sich vermehren und vermindern läßt, eine Grösse besitzt; so muß auch eine jede Würckung eines Cörpers ihre bestimte Grösse haben. Die Grösse der Würckung eines Cörpers heist seine Gewalt. Weil aber die Kraft des Cörpers diese seine Würckung hervorbringet, und ihr also jederzeit

Was die Gewalt ist.

Digitized by Google

zeit proportional ist: so pflegt man die Gewalt eines Cörpers auch seine Kraft zu nennen.

Bey der Gewalt kömmt es auf Masse und Geschwindigkeit an.

§. 56. Durch die Masse versteht man die Anzahl der Theile in einem Cörper. Es hat also ein Cörper noch einmal so viel Masse, wenn er noch einmal so viel Theile besitzt als ein anderer. Die Erfahrung lehret, daß Cörper von gleicher Masse, wenn sie sich mit einerley Geschwindigkeit bewegen, auch gleiche Gewalt besitzen. Man stelle sich nur zwey bleyerne Kugeln von gleicher Grösse vor, man setze, daß sie sich beyde mit gleicher Geschwindigkeit bewegen, wird wol die eine eine grössere Würckung verrichten als die andere? Allein wenn sich zwey Cörper von gleicher Masse mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen: so wird allemahl der die gröste Würckung hervorbringen, welcher sich am geschwindesten bewegt. Woher kömmt es, daß eine Kugel, welche aus der Flinte geschossen wird, eine so grosse Gewalt hat? Gewiß aus keiner andern Ursache, als weil sie sich so geschwinde bewegt. Hingegen wenn sich zwey Cörper mit gleicher Geschwindigkeit bewegen, es hat aber der eine mehr Masse als der andere: so thut derjenige allemal die gröste Würckung, welcher die meiste Masse besitzt. Wir sehen ja, daß eine Canonenkuael mehr Gewalt hat als eine Flintenkuael, die erstere hat aber auch mehr Masse als die letztere. Hieraus

aus wird zur Genüge erhellen, daß die Gewalt eines Cörpers unverändert bleibt, wo er nicht an seiner Masse oder Geschwindigkeit eine Veränderung leidet. Es sind also die Masse und Geschwindigkeit die beyden Stücke, darauf man zu sehen hat, wenn man die Gewalt eines Cörpers bestimmen will. Laßt uns dieses mit einem Exempel erläutern. Wir richten heute zu Tage mit unsern kleinen Canonenkugeln eben so viel, wo nicht noch mehr aus, als die Alten mit ihren ungeheuren Arietibus. Allein, bewegen sich unsere Canonenkugeln nicht viel geschwinder als diese Kriegsinstrumente der Alten? Es muste also freylich bey jenen durch die Masse ersetzt werden, was ihnen an der Geschwindigkeit abgieng, unsere Canonenkugeln hingegen mögen immerhin weniger Masse besitzen, wir gewinnen desto mehr durch ihre Geschwindigkeit.

§. 57. Wenn man in einem von Luft leeren Raume einen Ducaten und eine Pflaumenfeder von gleicher Höhe zugleich herunterfallen läst: so kommen beyde Cörper in gleicher Zeit zu Boden. Da hingegen die Pflaumenfeder in der Luft viel später zu Boden fällt als der Ducaten. Hieraus ist leicht zu schliessen, daß alle schwere Cörper eine Bemühung anwenden, sich gleich geschwinde zu bewegen. Denn, da das Gold, der schwerste Cörper ist, den wir kennen, und eine so leichte Pflaumfeder in gleicher Zeit zu Boden fallen, und

Cörper fallen im luftleeren Raum gleich geschwinde.

und sich also gleich geschwinde bewegen: so hat man keinen Grund zu zweiffeln, daß dieses nicht auch mit denen übrigen, die nicht so schwer sind als das Gold, und nicht so leicht als eine Pflaumfeder, angehen solte. Man kan sich dessen ebenfals durch die Erfahrung versichern, wenn man allerhand Cörper, als, Holtz, Stein, Papier, Leinewand u. s. w. in einem luftleeren Raume von gleicher Höhe herunterfallen läßt: denn sie werden immer zugleich zu Boden fallen. Verlanget man aber zu wissen, wie man einen luftleeren Raum hervorbringen könne; so wird man die Beantwortung dieser Frage in dem Capitel, da die Eigenschaften der Luft erwiesen werden, antreffen. Man kan diesen Satz daß alle schwere Cörper, in einem Raume da ihrer Bewegung kein Wiederstand geschiehet, in gleicher Zeit zu Boden fallen müssen auch aus dem Begriffe der Schwere selbst erweisen ohne sich an die Erfahrung zu binden (§. 425.).

Die Gewichte sind den Massen proportional.

§. 58. Einem jeden ist durch die tägliche Erfahrung bekant, daß ein schwerer Cörper immer stärcker drücke als der andere. Druckt nicht ein Cubiczoll Gold stärcker als ein Cubiczoll Bley, Bley stärcker als Wasser, und Wasser stärcker als Holtz? Es ist solchergestalt ausser allem Zweifel, daß immer ein schwerer Cörper mehr Gewalt zu drucken besitze als der andere. Nun haben wir gesehen, daß die Schwere alle Cörper mit gleicher Geschwin-

dig-

digkeit bewegt (§. 57.): und da man bey der Gewalt eines Cörpers bloß auf seine Masse und Geschwindigkeit zu sehen hat (§. 50.): so müssen sich die Kräfte der schweren Cörper, damit sie drucken, verhalten wie ihre Massen. Die Kraft zu drucken, welche ein Cörper von der Schwere bekömmt, nennt man sein Gewicht. Derowegen sind die Gewichte der Cörper denen Massen derselben proportional. Wenn also ein Cörper noch einmahl so schwer ist als ein anderer, so hat er noch einmahl so viel Masse, und folglich noch einmahl so viel Theile: ist er dreymahl so schwer, so hat er dreymahl so viel Masse und also auch dreymahl so viel Theile, als der andere (§. 56.).

Im Gleichgewichte sind die Kräfte gleich.

§. 59. Cörper, die nach entgegengesetzten Richtungen in einander würcken, ohne daß eine Bewegung erfolget, halten unter einander das Gleichgewicht, welches man auch bisweilen ihren wagerechten Stand zu nennen pfleget. Wenn Kräfte einander entgegen gesetzt seyn, und dennoch keine Bewegung hervorbringen sollen; so müssen sie einander gleich seyn (§. 27. 28.). Derowegen sind bey dem Gleichgewichte diejenigen Kräfte, welche nach entgegengesetzten Richtungen in einander würcken, jederzeit gleich.

Was ein Hebel ist. Tab. II. Fig. 23.

§. 60. Ein Hebel ist eine gerade Linie AB, welche in einem Puncte C unbeweglich ist, an deren einem Puncte A die eine Kraft, an dem andern B aber eine andere, welche man die

Last zu nennen gewohnt ist, angebracht werden kan. Doch ist es nicht nothwendig, daß allemahl der Ruhepunct zwischen der Kraft und Last befindlich sey, sondern er kan in A, die Kraft in C, und die Last in B angebracht werden. Es ist genug zu einem Hebel, wenn diese drey Puncte vorhanden sind.

Bey dem Hebel sind die Geschwindigkeiten denen Entfernungen proportional.

§. 61. Wenn zwey Cörper A und B an einen Hebel befestiget wären, und es erfolgte eine Bewegung: so würde der Cörper A den Bogen AD, und der Cörper B den Bogen BE durchlauffen. Da nun beyde Bewegungen in gleicher Zeit geschehen: so verhält sich die Geschwindigkeit des Cörpers A zu der Geschwindigkeit des Cörpers B, wie der Bogen AD, zum Bogen BE (§. 42.). Weil ferner o ∺ x, und AC: CB ∺ DC: CE (§. 40. Geom.): so ist auch AD: BE ∺ AC: CB (§. 152. Geom.). Derowegen verhält sich die Geschwindigkeit des Cörpers A zu der Geschwindigkeit des Cörpers B, wie AC zu CB (§. 42.). Das ist, die Geschwindigkeiten der beyden Cörper A und B verhalten sich, wie ihre Entfernungen von dem Ruhepuncte C. Wenn demnach der Cörper B 3 mahl weiter von dem Ruhepuncte C entfernet ist als A: so hat er 3 mahl mehr Geschwindigkeit als jener; ist er 4 mahl weiter von dem Ruhepuncte entfernet: so ist seine Geschwindigkeit 4 mahl so groß, u. s. w. Und dieses gilt, es mögen sich die beyden Cörper

Tab. II. Fig. 23.

per A und B bewegen oder ruhen (§. 22.). Hieraus erhellet also, daß die Geschwindigkeit eines Cörpers jederzeit desto grösser sey, je weiter er vom Ruhepuncte entfernet ist.

Im Gleichgewicht sind die Massen denen Geschwindigkeiten umgekehrt proportional.

§. 62. Wenn sich die Entfernung der Kraft A von dem Ruhepuncte C zu der Entfernung der Kraft B von dem Ruhepuncte C verhält, wie 1 zu 3; so können 2 Pfund die in dem Puncte B angehänget sind, mit 6 Pfunden, die man an den Punct A befestigt, das Gleichgewichte halten. Doch muß man vorher den Hebel durch ein Gewicht in wagerechten Stand setzen: denn man siehet ihn hier an, als hätte er gar keine Schwere. Am besten schicket sich hierzu die Leupoldische Universalwage, deren ich mich zu meinen Versuchen beständig bedient habe. An derselben läst sich leicht zeigen, daß nicht nur in dem angeführten Falle, sondern allemahl das Gleichgewichte entstehe, wenn sich das Gewichte in A zu dem Gewichte in B verhält, wie die Entfernung BC zu der Entfernung AC, das ist, wenn die Gewichte der beyden Cörper F und G ihren Entfernungen umgekehrt proportional sind. Die Gewichte der Cörper verhalten sich wie ihre Massen (§. 58.), und die Entfernungen von dem Ruhepuncte wie ihre Geschwindigkeiten (§. 61.). Es halten demnach diejenigen Cörper einander im Gleichgewichte, deren Massen und Geschwindigkeiten einander umgekehrt proportional sind.

Fig. 23.

Und weil im Gleichgewichte die Kräfte der Cörper gleich sind (§. 59.): so druckt der Cörper F so starck wie der Cörper G, wenn sich die Masse des Cörpers F zu der Masse des andern G verhält, wie die Geschwindigkeit des Cörpers G zu der Geschwindigkeit des Cörpers F.

Wie die Gewalt des Druckes zu bestimmen.

§. 63. Es sey die Masse des Cörpers F = 6, die Masse des Cörpers G = 2, die Geschwindigkeit des Cörpers F = 1, die Geschwindigkeit des Cörpers G = 3: Weil nun 6 : 2 = 3 : 1: so wird vermöge des gegebenen Erweises (§. 62.) der Cörper F so viel Gewalt zu drucken besitzen als der Cörper G. Weil man ferner bey der Gewalt eines Cörpers auf Masse und Geschwindigkeit zugleich zu sehen hat (§. 56.): so findet man die Kräfte, damit die beyden Cörper drucken, wenn man eines jeden Masse mit seiner Geschwindigkeit dergestalt verbindet, daß die herauskommenden Zahlen einander beyderseits gleich sind. Nun verbinde man die Masse des Cörpers F = 6 mit seiner Geschwindigkeit = 1, und die Masse des Cörpers G = 2 mit seiner Geschwindigkeit = 3: so werden durch keine von den 4 Rechnungsarten zwey gleiche Zahlen herauskommen, als durch die Multiplication, indem 3 × 2 = 6 × 1. Derowegen findet man die Gewalt eines Cörpers, damit er drucket, wenn man seine Masse mit seiner Geschwindigkeit multipliciret.

Tab. II. Fig. 23.

§. 64.

Digitized by Google

§. 64. Es läst sich dieser Satz auch folgendergestalt erweisen. Es sey die Masse des Cörpers F ⊐ M, seine Geschwindigkeit ⊐ C, seine Gewalt ⊐ V. Es sey ferner die Masse des Cörpers G ⊐ m, seine Geschwindigkeit ⊐ c, seine Gewalt ⊐ v. Wenn nun V ⊐ v: so ist M: m ⊐ c: C (§. 62.) und folglich MC ⊐ mc (§. 81. Arith.). Da nun V ⊐ v: so ist V: v ⊐ MC: mc. Das ist: Die Kräfte, mit welchen die Cörper drucken, sind in einer zusammengesetzten Verhältniß ihrer Massen und Geschwindigkeiten. (in ratione composita massarum & celeritatum.) Wird auf andere Art erwiesen.

§. 65. Ich sage mit Fleiß, man bekomme die Kraft, mit welcher ein Cörper drückt, wenn man seine Masse mit seiner Geschwindigkeit multipliciret. Denn es wird hernach erwiesen werden, daß die Gewalt des Stosses durch ein Product der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit zu schätzen sey. Es mag nun aber ein Cörper bloß drucken, oder an einen andern anstossen, so wird er doch allemahl entweder viel Masse oder viel Geschwindigkeit besitzen müssen, wenn er eine grosse Gewalt haben soll. Wiederum, wenn zwey Cörper gleiche Gewalt aber verschiedene Massen haben: so wird sich jederzeit derjenige, welcher die meiste Masse besitzt, am langsamsten, der andere aber, welcher weniger Anmerckung.

Masse hat, am geschwindesten bewegen müssen. Dieses sind Regeln, welche sich mit Nutzen anbringen und durch vielfältige Erfahrungen bestätigen lassen. Wir lassen uns demnach die Mühe nicht verdriessen, diese Wahrheiten noch weiter aus einander zu setzen.

Tab. II. Fig. 23.

Der Druck verhält sich wie die Massen, wenn die Geschwindigkeiten und wie die Geschwindigkeiten, wenn die Massen gleich sind.

§. 66. Weil V : v = MC : mc (§. 64.); so sey C = c, und es ist alsdenn V : v = M : m (§. 58. Ar.). Wenn also Cörper gleiche Geschwindigkeit haben: so verhalten sich die Kräfte, damit sie drucken, wie ihre Massen. Es sey z. E. die Masse des Cörpers F = 1, die Masse des andern G = 2. Wenn nun beyde Cörper gleiche Geschwindigkeit haben, als wenn sie gleich weit vom Ruhepuncte entfernet sind (§. 61.): so wird der Cörper G noch einmal so starck drucken als der Cörper F. Wenn M = m; so ist V : v = C : c. Also verhalten sich die Kräfte, mit welchen die Cörper drucken, wie ihre Geschwindigkeiten, wenn sie gleiche Masse haben. Gesetzt, es hätten beyde Cörper F und G gleich viel Masse, welcher Fall vorkömmt, wenn sie beyderseits gleich schwer sind (§. 58.); es hätte aber der Cörper G noch einmahl so viel Geschwindigkeit als der Cörper F, wenn er z. E. noch einmahl so weit vom Ruhepuncte entfernet wäre als jener: so wird der Cörper G noch einmahl so starck drucken als der Cörper F.

§. 67.

Digitized by Google

§. 67. Ein Cörper ändert von dem Stoſſe entweder ſeine Figur oder er ändert dieſelbe nicht. Aendert er ſeine Figur durch den Stoß eines andern, ſo iſt er weich, ändert er ſie nicht, ſo zählet man ihn zu den harten Cörpern Woraus denn leicht zu ſchlieſſen, daß ein vollkommen harter Cörper derjenige ſey, welcher von keinem Stoſſe, er mag ſo ſtarck ſeyn wie er will, ſeine Figur verändert. Nichts iſt gewiſſer, als daß dergleichen Cörper nirgends in der Natur anzutreffen ſind, nichts iſt aber auch ſo nöthig als zu ſetzen, daß es dergleichen Cörper gebe. Denn wie wolten wir die Regeln der Bewegung unterſuchen, wenn wir uns nicht vollkommen harte Cörper einbildeten? Iſt nun gleich keiner vollkommen hart, ſo iſt doch immer einer härter als der andere, und er wird die Regeln der Bewegung, welche denen vollkommen harten Cörpern eigen ſind, deſto genauer beobachten, je gröſſer der Grad der Härtigkeit iſt, den er beſitzet. Die Cörper, welche von dem Stoſſe eine Veränderung ihrer Figur erleiden, ſind wieder von zweyerley Art. Denn ſie verſetzen ſich entweder nach geſchehener Veränderung durch ihre eigene Kraft in die vorige Figur, oder ſie thun ſolches nicht. Im erſten Falle nennt man ſie elaſtiſch, im andern Falle aber ſpricht man ihnen die Elaſticität ab. Von beyderley Arten kan eine Degenklinge und weiche Thonkugel zum Exem-

Was ein harter weicher und elaſtiſcher Cörper iſt.

pel dienen. Denn beyde lassen zwar ihre Figur ändern, allein die Degenklinge springet nach erlittener Veränderung in ihre vorige Figur zurück, welches bey der weichen Thonkugel nicht geschiehet; es ist also die erstere elastisch, die letztere aber gehöret zu der Zahl derjenigen Cörper, welche keine merckliche Elasticität besitzen. Gleichwie nun ein Cörper desto härter ist, je grössere Kraft erfodert wird seine Figur zu ändern, so ist er ferner desto elastischer, je grösser die Kraft ist, mit welcher er sich in seine vorige Figur versetzet. Es giebt demnach sowol Grade der Härte, als der Elasticität. Es ist aber auch hieraus abzunehmen, daß man einem Cörper eine vollkommene Elasticität zueigne, wenn er sich mit eben der Kraft in seine vorige Figur versetzet, mit welcher diese Veränderung in ihm hervorgebracht worden. So wenig man nun einen vollkommen harten Cörper in der Welt antrift, eben so wenig findet man auch einen vollkommen elastischen. Elffenbeinerne Kugeln, welche einen der grösten Grade der Elasticität unter denen uns bekanten Cörpern besitzen, bekommen durch den langen Gebrauch Risse, wie wolte dieses aber möglich seyn, wenn bey ihnen nach erlittener Veränderung die vorige Figur jederzeit vollkommen wieder hergestellt würde? So nöthig es also war, sich vollkommen harte Cörper einzubilden, so nöthig ist es auch vollkommen elastische anzuneh-

nehmen, wenn man genaue Regeln von ihrer Bewegung geben will. Wir wollen von diesen Regeln so viel als zu dem gegenwärtigen Zwecke hinreichend seyn wird, betrachten.

§. 68. Weil sich ein elastischer Cörper nach erlittener Veränderung wieder in seine vorige Gestalt versetzet (§. 67.); so muß er, wenn er zusammengedrückt wird, eine beständige Bemühung anwenden, sich auszudehnen, und also der Kraft, welche ihn zusammendrückt, widerstehen. Da er nun solchergestalt in den Cörper, der ihn zusammendrückt, zurücke würckt (§. 30.) und die Würckung und Gegenwürckung einander allemahl gleich sind (§. 36.): so ist die elastische Kraft derjenigen, mit welcher der Cörper zusammengedrückt wird, jederzeit gleich. Und wie ist es auch anders möglich? Denn wäre die Kraft, mit welcher er sich auszudehnen suchet, geringer als die, welche ihn zusammendrückt: so würde er noch weiter zusammengedrücket werden, wäre sie aber grösser, so würde er nicht so starck zusammengedrückt worden seyn. Derowegen müssen beyde Kräfte einander jederzeit gleich seyn. Die elastische Kraft ist der zusammendruckenden gleich.

§. 69. Wenn ein elastischer Cörper zusammengedrückt wird: so müssen sich seine Theile gegen einander bewegen. Da nun eine doppelte Kraft erfodert wird, einen Cörper durch einen doppelten Raum zu bewegen: so muß eine doppelte Kraft einen elastischen Cörper Bey einem elastischen Cörper verhalten sich die Räume.

in welche er zusammengedrückt wird, verkehrt wie die Kräfte.

per zweymahl, und eine dreyfache dreymahl so starck zusammendrücken, als eine einfache. Also verhalten sich die Raume, in welche ein elastischer Cörper zusammengedrückt wird, umgekehrt, wie die Kräfte, welche ihn zusammendrücken. Doch hat dieses nicht mehr statt, wenn dergleichen Cörper schon sehr zusammengedrückt ist. Denn so widerstehet er der fernern Zusammendrückung nicht nur wegen seiner Elasticität: sondern auch wegen der Impenetrabilität seiner Materie (§. 38.). Alles dieses stimmt mit der Erfahrung überein. Denn man darf nur einen eisernen Drath dergestalt biegen, daß er die Figur eines Schraubenganges bekömmt, und oben Gewichte darauf legen: so wird man finden, daß der Drath von 2 Pfunden zweymahl, und von 3 Pfunden dreymahl so starck zusammengedrückt werde, als von einem Pfunde. Unten werden wir sehen, daß es mit dem Zusammendrücken der Luft, welche gleichfals ein elastischer Cörper ist, eben diese Beschaffenheit habe. Wenn es demnach gewiß ist, daß sich die Raume, in welche ein elastischer Cörper zusammengedrückt wird, umgekehrt verhalten, wie die Kräfte, welche ihn zusammendrücken; wenn ferner die Elasticität der zusammendrückenden Kraft jederzeit gleich ist (§. 68.): so verhält sich die Elasticität eines Cörpers, oder die Kraft, mit welcher er sich auszudehnen suchet, umgekehrt, wie der

Raum,

Raum, in welchen er zusammengedrückt wird.

§. 70. Wenn ein Cörper seine Figur ändern soll: so müssen seine Theile eine andere Lage bekommen. Da nun eine Kraft zu gleicher Zeit nicht verschiedene Würckungen hervorbringen kan: so muß der Bewegung des gantzen Cörpers so viel entgehen, als Kraft angewendet worden eine Veränderung der Figur hervorzubringen. Ein vollkommen harter Cörper verändert seine Figur gar nicht (§. 67.), und ein vollkommen elastischer versetzet sich mit derselbigen Kraft, mit welcher er gedruckt worden ist in seine vorige Figur. Derowegen geht bey dem vollkommen harten Cörper gar keine Kraft verlohren, bey den vollkommen elastischen aber wird eben soviel Kraft wieder ersetzt, als verlohren gegangen war. Es kommen also ein vollkommen harter und elastischer Cörper darinnen mit einander überein, daß bey ihrer Bewegung vor und nach dem Stosse einerley Summe der Kräfte anzutreffen ist (§ 40.). Derowegen geben die harten und elastischen Cörper in der Bewegung einerley Erscheinungen und beobachten einerley Regeln, obgleich beyde dem Begriffe nach von einander unterschieden sind. Damit man aber die Regeln, welche die elastischen Cörper bey ihrer Bewegung in acht nehmen, in Erfahrung bringen kan, so nimmt man Kugeln von Elffenbein oder Stahl, hänget

Vollkommen harte und elastische Cörper geben einerley Erscheinungen.

get sie an einem Faden auf, und gibt ihnen durch den Fall einen begehrten Grad der Geschwindigkeit. Denn wenn man dergleichen Kugel viermahl so hoch herunter fallen läst; so bewegt sie sich zweymahl so geschwinde, läst man sie 9 mahl so hoch herunter fallen, so erhält sie 3 mahl so viel Geschwindigkeit. Indem sich die Geschwindigkeiten der schweren Cörper verhalten wie die Quadratwurtzeln der Höhen, von denen sie herunter gefallen sind, welches hernach ohne gegenwärtigen Satz soll erwiesen werden.

Tab. I. Fig. 5. Was geschiehet, wenn ein Cörper an einen ruhenden, der eben so schwer ist anstösset.

§. 71. Wenn eine solche elffenbeinerne Kugel oder überhaupt ein vollkommen elastischer Cörper A, an einen andern B anstösset, welcher mit dem vorigen gleiche Masse besitzt: so wird der Cörper A nach verrichtetem Stosse ruhen, der Cörper B aber wird mit der Geschwindigkeit, welche A vor dem Stosse hatte, nach der Direction des Cörpers A die Bewegung fortsetzen. Ich verstehe allemahl einen geraden Stoß wenn nicht ausdrücklich des schiefen gedacht wird.

Was hieraus zu schliessen.

§. 72. Hierdurch wird erstlich bestätiget, was vorhin erwiesen worden (§. 70.), daß bey den vollkommen harten und elastischen Cörpern die Summe der Kräfte vor und nach dem Stosse gleich groß sey. Denn weil beyde Cörper A und B gleich viel Masse und Geschwindigkeit besitzen: so ist auch vor und nach dem Stosse gleichviel Kraft vorhanden (§. 56.).

(§. 56.). Weil ferner der Cörper A nach verrichtetem Stosse ruhet (§. 71.); so muß der Cörper B seiner Bewegung vollkommen widerstanden haben (§. 30.). Derowegen kan ein ruhender elastischer Cörper der Bewegung eines andern vollkommen widerstehen wenn beyde gleich viel Masse besitzen.

Elastische Cörper verwechseln ihre Geschwindigkeit.

§. 73. Wenn sich 2 vollkommen harte oder elastische Cörper, welche gleiche Masse besitzen, mit verschiedenen Geschwindigkeiten nach entgegengesetzten Richtungen gegen einander bewegen; so werden sie nach verrichtetem Stosse mit verwechselten Geschwindigkeiten von einander zurückspringen. Wenn sich zum Exempel der Cörper A mit einer Geschwindigkeit von 30 Graden gegen den Cörper B bewegte, und der Cörper B bewegte sich gegen A mit einer Geschwindigkeit von 20 Graden: so würde nach geschehenem Stosse der Cörper A 20, B aber 30 Grade der Geschwindigkeit besitzen. Denn weil der Cörper B der Bewegung des Cörpers A schon vollkommen widerstehet, wenn er ruhet (§. 72.); so ist es nicht möglich, daß er jetzo, da er sich beweget, dem Cörper A stärcker widerstehen solte. Wer kan sich einen mehr als vollkommenen Widerstand gedencken? Es ist demnach in Ansehung des Widerstandes einerley, ob der Cörper B ruhet oder sich beweget. Wenn aber der Cörper B geruhet hätte, und der Cörper A hätte an ihn angestossen: so würde

Tab. I. Fig. 5.

würde er sich mit der Geschwindigkeit, die der andere vor dem Stosse hatte, nach der Direction d g fort bewegt haben (§. 71.). Es muß also auch der Cörper B mit der Geschwindigkeit des Cörpers A fortlauffen, wenn sich beyde gegen einander bewegen. Da sich nun auf gleiche Weise darthun läst, es müsse der Cörper A mit der Geschwindigkeit, welche B vor dem Stosse hätte, fortlauffen: so siehet man, daß 2 Cörper, welche gleiche Masse besitzen und sich nach entgegengesetzten Richtungen bewegen, nach verrichtetem Stosse mit verwechselten Geschwindigkeiten von einander zurückespringen müssen.

Wird auf einen besondern Fall applicirt.

§. 74. Wenn also zwey Cörper, welche gleiche Masse besitzen, mit gleicher Geschwindigkeit und nach entgegengesetzten Richtungen an einander stossen: so müssen sie auch mit gleicher Geschwindigkeit und nach entgegengesetzten Richtungen von einander zurückspringen (§. 73.).

Bey ihnen ist die Summe der Kräfte vor und nach dem Stosse gleich.

§. 75 Aus den angeführten beyden Experimenten (§. 73. 74.) erhellet aufs neue, daß die Summe der Kräfte bey elastischen und harten Cörpern vor und nach dem Stosse gleich groß sey. Denn nicht nur die Massen, sondern auch die Geschwindigkeiten verbleiben bey der geschehenen Verwechselung gleich (§. 74.). Derowegen müssen auch die Kräfte vor und nach dem Stosse gleich seyn (§. 56.).

§. 76.

§. 76. Wenn viele elffenbeinerne Kugeln ABCD einander berühren, und es stöst die Kugel E an die Kugel A, so werden ABC ruhen, D aber wird sich mit der Geschwindigkeit, welche die Kugel E vor dem Stosse hatte, fortbewegen. Denn von dem Stosse der Kugel E würde sich A bewegt haben, wenn ihr B nicht vollkommen widerstanden hätte (§. 72.). Da nun dieses auch von den Kugeln B und C gilt, so können sie sich nicht bewegen. Hingegen hindert nichts, daß sich die Kugel D nicht fortbewegen solte. Sie muß demnach mit der Geschwindigkeit, welche E vor dem Stosse hatte, fortlauffen. Wenn man an die Kugeln ABCD zwey andere auf einmahl anstossen lässet: so werden die zwey letzten C und D losspringen. Läst man dreye daran stossen, so werden auch dreye auf einmahl von der gantzen Reihe der Kugeln fortgehn, u. s. w. Denn weil die Kugel E ihren Stoß eher verrichtet als F: so wird von dem Stosse der Kugel E die Kugel D, und von dem Stosse der Kugel F die Kugel C losspringen müssen. Weil aber die Würckungen der beyden Kugeln E und F sehr schnell auf einander folgen, so müssen auch die beyden, C und D, einander sehr schnelle nachfolgen, und daher hat es das Ansehen, als wenn die beyden Kugeln, C und D, zugleich und auf einden

Die Bewegung theilt sich geschwinde mit. Tab. II. Fig. 21.

mahl loßgesprungen wären. Wir können unter andern hieraus abnehmen, mit welcher unglaublichen Geschwindigkeit sich die Bewegung mittheilen könne. Denn wenn auch hundert elffenbeinerne Kugeln einander berühren, und es stößt eine andere an diese Reihe an; so wird sich in dem Augenblicke, da der Stoß geschiehet, die letzte von denen Kugeln zu bewegen anfangen. Und weil diese Würckung von der Elasticität des Elfenbeines herrühret: so müssen diese hundert Kugeln von dem Stosse der Reihe nach zusammengedruckt worden seyn und sich wieder ausgedehnt haben: alle diese Bewegungen aber sind in einer unmercklichen Zeit vorgegangen.

Wenn elastische Cörper zurückspringen. Fig. 20.

§. 77. Wenn zwey Kugeln A und C an eine dritte B mit gleicher Geschwindigkeit anstossen: so wird die Kugel C mit der Geschwindigkeit der Kugel A, und die Kugel A mit der Geschwindigkeit der Kugel C zurück springen müssen (§. 76.). Da nun diese Geschwindigkeiten einander gleich seyn; so müssen beyde Kugeln mit derselbigen Geschwindigkeit zurück springen, mit welcher sie sich gegen die Kugel B bewegt hatten. Und weil sich die Kugel B von dem Stosse der beyden, A und B, mit gleicher Geschwindigkeit nach entgegengesetzten Richtungen bewegen soll: so muß sie ruhen (§. 27.).

§. 78.

Digitized by

§. 78. Damit wir desto besser erkennen, wie das Zurückspringen der Cörper von der Elasticität entstehen könne: so bilde man sich eine starck gespannte Seite ein: weil niemand, der der Sache ein wenig nachdenckt, zweifeln wird, daß die Saite ein elastischer Cörper sey. Gesetzt nun es fiele eine Kugel perpendicular auf diese Saite: so würde sie durch ihren Stoß die Figur der Saite ändern, und zugleich ihre Bewegung völlig verlieren. Weil aber die Saite elastisch ist: so springt sie wieder in die Höhe, und stößt die Kugel mit eben der Geschwindigkeit und in derselbigen Linie zurücke, nach welcher sie vorher an die Saite angestossen hatte. Dieses, was hier von der Saite gilt, muß sich bey allen elastischen Cörpern anbringen lassen: denn sie verändern alle durch den Stoß ihre Figur und springen mit eben der Kraft zurücke, mit welcher ihre Figur war geändert worden. Wie dieses geschiehet.

§. 79. Wenn der Cörper A schief gegen die Fläche GK eines vollkommen harten Cörpers, welcher von dem Stosse des Cörpers A nicht bewegt wird, anläuft: so wird die Bewegung Ad des Cörpers A aus den beyden Kräften AE und AB zusammengesetzt seyn (§. 51.). Der Cörper A kan allein mit der Kraft dB = AE in den Cörper GK würcken (§. 52.). Weil aber dieser der Bewegung vollkommen widersteht, und der Widerstand der Würckung eines Cörpers allemahl entge- Reflexions-Satz Tab. II. Fig. 12.

gengesetzt ist (§. 30.): so bekömmt die Kraft dh die Direction dB. Die Kraft dF ist mit der Fläche GK parallell, und hat also keine Veränderung erlitten (§. 52.). Derowegen ist die Bewegung des gedachten Cörpers nunmehro aus den beyden Kräften dB und dF zusammengesetzt. Er muß demnach die Diagonallinie dC durchlauffen (§. 45.). Das Parallelogrammum ABdE ist dem Parallelogrammo CBdF gleich und ähnlich. Also Ad = dC und o = x. Der Winckel o, welchen die Directionslinie des Cörpers A mit der Fläche GK macht, heißt der Einfallswinckel (angulus incidentiæ) gleich wie der Winckel x, welchen die Directionslinie des zurückprallenden Cörpers mit der Fläche GK macht, den Nahmen des Reflexionswinckels (anguli reflexionis) führet. Wenn also ein Cörper an einen andern, der von seinem Stosse nicht bewegt wird, schief anstößt: so muß er dergestalt zurücke prallen, daß der Einfalls- und Reflexionswinckel einander gleich sind.

Harte und elastische Cörper werden reflectirt.

§. 80. Es ist wieder einerley, ob beyde Cörper vollkommen hart oder vollkommen elastisch sind. Denn ist GK vollkommen hart, so kan der Cörper A gar keine Kraft verlieren, weil sie weder zum Eindrücken der Theile noch zur Bewegung des Cörpers GK angewendet werden kan, als welches beydes mit der Bedingung des Satzes streitet (§. 79.).

Tab. II. Fig. 12.

Dero-

Derowegen muß bloß die Direction der Kraft aus dH in dB verändert werden. Setzt man, die Cörper wären vollkommen elastisch: so geht die gantze Kraft dh verlohren, indem sie zu der Eindrückung der Theile des Cörpers GK angewendet wird: weil aber dieser mit eben der Kraft zurückspringt: so wird der Cörper nach der Direction dB fortgestossen, und da die andere Kraft DF keine Veränderung erlitten: so bewegt er sich in der Linie BC (§. 45.).

§. 81. Die Erfahrung bestätiget dieses Reflexionsgesetz in unzähligen Fällen. Ein Ball springet von der Wand, wenn man ihn daran wirfft, dergestalt zurück, daß der Einfalls- und Reflexionswinckel einander gleich sind. Ein Stein wird nach eben dem Gesetze von der Fläche des Wassers reflectiret, wenn der Einfallswinckel sehr spitzig ist. Denn man setze, es werde ein Stein unter einem sehr spitzigen Winckel auf die Fläche des Wassers geworffen: so ist klar, daß die Kraft AC, mit welcher der Stein in das Wasser würckt, desto kleiner werde, je spitziger der Winckel o ist (§. 45.). Ist nun diese Kraft AC nicht grösser als der Widerstand des Wassers: so widerstehet dieses der Bewegung des Steines vollkommen, und muß also den Stein eben so, wie ein fester Cörper, in der Linie BF reflectiren. Es geht desto besser an je breiter der Stein ist: weil alsdenn das Was- Wird durch die Erfahrung bestätigt. Tab. II. Fig. 15.

ser seiner Bewegung stärcker wiederstehet (§. 144.). Eben dieses geschiehet, wenn man eine Kugel aus einer Flinte unter einem spitzigen Winckel gegen das Wasser loßschießt. Es springt aber die Kugel etlichemahl in die Höhe, wenn der Fluß breit genug ist. Ich habe es versucht und befunden, daß die Kugel, welche ich aus einer gezogenen Büchse gegen einen breiten See loßgeschossen, dreymahl in die Höhe gesprungen. Es kömmt dieses daher, weil die Kugel, nachdem sie einmahl nach der Direction BF reflectiret worden, durch ihre Schwere in E mit eben der Kraft wieder gegen das Wasser getrieben wird mit welcher sie davon war reflectiret worden (§. 139). Man möchte zwar meynen, es müste das Wasser der Kugel ausweichen, und wenn dieses geschähe, könte sie nicht reflectirt werden, allein, weil die Bewegung der Kugel sehr schnell ist; so kan das Wasser so geschwind nicht weichen. Und da wir in dem folgenden sehen werden, daß es sich nicht nur nicht zusammendrücken läst, sondern auch der Bewegung eines Cörpers desto stärcker widersiehet, je schneller dielbe ist: so widersiehet es der Bewegung der Kugel eben so als ein fester Cörper. Was ist es also wunder, daß die Kugel von dem Wasser zurücke pralit? Diejenigen, welche einem Seetreffen beywohnen, erfahren es zur Gnüge daß viele Canon-Kugeln von der See reflectiret werden,

den, und daß sie nach geschehener Reflexion noch Kraft genug besitzen Schaden zuthun.

§. 82. Setzet, es würde ein Cörper A dergestalt auf die Fläche des Wassers geworfen, daß der Einfallswinckel grösser wäre, als vorhin (§. 81.): so wird auch die Linie AD, und also die Kraft, mit welcher der Cörper A in das Wasser FD würckt, grösser werden. Ist nun diese Kraft AD grösser als der Widerstand des Wassers, so wird es sich nicht ändern lassen, der Cörper A wird unter das Wasser fahren müssen. Weil aber dennoch der Kraft AD zum Theil widerstanden wird: so muß die Kraft CE kleiner werden, als AD. Die Kraft AB, welche der Kraft CF gleich ist, ist mit der Fläche des Wassers FD parallel geblieben; da sie nun solchergestalt keine Würckung gethan hat (§. 52.): so bleibt sie unverändert. Es wird demnach der Cörper A unter dem Wasser von den beyden Kräften CE und CF getrieben, er wird die Diagonallinie CG durchlauffen (§. 45.), und folglich von seiner vorigen Direction AC etwas abgelenckt werden. Exempel von der Reflexion. Tab. II. Fig. 13.

§. 83. In den Puncten A, C, F, I. L, sollen sich lauter elastische Kugeln befinden, welche einerley Masse haben. Nun setze man, es bewege sich die Kugel A schief gegen die Kugel C, und zwar dergestalt, daß der Einfallswinckel 30. Grade hat. Weil bey B ein rechter Beweiß der Leibnitzischen Ausmessung der lebendi- Tab. II. Fig. 14.

Digitized by Google

gen Kräf- ſt. Winckel iſt, und ſich die Seiten eines Trianguls wie die Sinus der Winckel verhalten die ihnen gegen über ſtehen: ſo verhält ſich die Linie AB zu der Linie AC, wie der Sinus von 30 Graden zu dem Sinus von 90. Graden. Nun iſt der Sinus von 90 Graden der Radius des Circuls, der Sinus von 30 Graden aber die halbe Sehne von 60 Graden; Da nun ferner die Sehne von 60 Graden dem Radio gleich iſt; ſo verhält ſich AB zu AC wie 1. zu 2. Und weil die Linie AC die Geſchwindigkeit der Kugel A vorſtellet (§. 46.); ſo muß man der Kugel A 2 Grade der Geſchwindigkeit zueignen. Wenn die Kugel A an die andere C anſtößt: ſo kan ſie nur mit der Kraft AB = CN in dieſelbe würcken (§. 52.). Es wird ſich alſo die Kugel C nach der Direction CD mit einer Geſchwindigkeit = CD = AB = 1 fort bewegen müſſen (§. 71.). Wie nun hiedurch die Kugel A die Bewegung AB verlohren (§. 71.): ſo muß ihr hingegen die andere Bewegung nach der Direction BC noch übrig geblieben ſeyn. Weil vermöge des Pythagoriſchen Lehrſatzes $AC^2 - AB^2 = BC^2$, und $AC^2 = 4$, $AB^2 = 1$: ſo iſt $BC^2 = 3$ und alſo $BC = \sqrt{3}$. Man verlängere BC in F dergeſtalt, daß $CF = BC = \sqrt{3}$. Da die

n. 3.

Be-

Bewegung BC dem Cörper A noch übrig ist: so muß derselbe nach verrichteten Stosse in C nach der Direction CF mit einer Geschwindigkeit = CF seine Bewegung fortsetzen. Es sey in F eine andere Kugel dergestalt schief gestellt, daß CE = AB = 1; so wird die Kugel F von dem Stosse des Cörpers A nach der Direction FG mit einer Geschwindigkeit = FG = CE = AB = 1 fort bewegt werden (§. 71.). Die Kugel A aber wird hiedurch aufs neue die Bewegung CE verlohren haben (§. 40.), da hingegen die Bewegung EF unverändert geblieben ist. Weil $CF^2 - CE^2 = EF^2$, (§. 144. Geom.) und $CF^2 = 3$, $CE^2 = 1$: (n. 1.) so ist $EF^2 = 2$, und also $EF = \sqrt{2}$ n. 2. Man verlängere EF in I, daß FI = EF = $\sqrt{2}$. Da die Bewegung EF keine Veränderung erlitten, und also dem Cörper A noch übrig ist: so wird er seine Bewegung nach der Direction FI = EF = $\sqrt{2}$ (n. 2.) fortsetzen. Diese Bewegung ist aus den beyden Kräften FH und HI zusammengesetzt. Wir wollen setzen, es sey die Kugel I so gestellt, daß die Kugel A schief an dieselbe anstossen muß: so wird I nach der Direction IK mit einer Geschwindigkeit = IK = FH = 1 fortgestossen (§. 52. 71.). Indem FH = CE = AB = 1.

Hiedurch verliert also der Cörper A aufs neue die Bewegung FH, er behält aber noch die Bewegung HI. Weil nun FI² — FH² ☐ HI², und FI² ☐ 2, (n. 2.) FH² ☐ 1: so ist HI² ☐ 1, folglich HI ☐ √1 ☐ 1. Man mache IL ☐ HI ☐ 1, und setze in L aufs neue eine Kugel, man setze sie aber so, daß die Kugel A perpendicular daran stösset: so wird die Kugel A nach verrichtetem Stosse ruhen, und die Kugel L wird sich nach der Direction LM mit einer Geschwindigkeit ☐ LM ☐ IL ☐ 1 fortbewegen (§. 7.). Hieraus erhellet also, daß der Cörper A, welcher 2 Grade der Geschwindigkeit hat, durch seinen Stoß 4 Cörper C, F, I, L, deren jeder dem Cörper A an Masse gleich ist, dergestalt bewegen könne, daß jeder einen Grad Geschwindigkeit erhält. Hätte der Cörper A nur einen Grad Geschwindigkeit gehabt und gerade angestossen, so hätte er auch nur einer von denen Kugeln einen Grad Geschwindigkeit mittheilen können (§. 71.). Da nun solchergestalt die Würckung eines Cörpers 4 mahl grösser ist, wenn er 2 Grade der Geschwindigkeit hat, als wenn er nur einen Grad der Geschwindigkeit besitzet, und 4 das Quadrat von 2, 1 aber das Quadrat von 1 ist: so verhalten sich die

n. 2.

Wür-

Würckungen eines Cörpers, die er durch den Stoß äussert, wie die Quadrate seiner Geschwindigkeiten. Die Grösse der Würckung eines Cörpers ist seine Gewalt oder Kraft (§. 55.). Demnach verhalten sich die Kräfte eines Cörpers bey dem Stosse wie die Quadrate seiner Geschwindigkeit. Da aber die Kräfte eines Cörpers auch seiner Masse proportional sind (§. 56.): so sind die Kräfte, damit die Cörper an andere anstossen, in einer zusammengesetzten Verhältniß ihrer Massen und der Quadrate ihrer Geschwindigkeit. Man findet also die Gewalt eines Cörpers, welcher an einen andern anstößt, wenn man seine Masse mit dem Quadrate seiner Geschwindigkeit multipliciret. Die Gewalt des Stosses wird eine lebendige, die Gewalt des Druckes aber eine todte Kraft genennet. Da nun oben erwiesen worden, daß man die Gewalt des Ducks, und also die todte Kraft finden könne, wenn man die Masse mit der Geschwindigkeit multipliciret: so sind die todte und lebendige Kräfte sehr wohl von einander zu unterscheiden. Es irret also des Cartes, wenn er auf diesen Unterscheid nicht acht hat, sondern überhaupt alle Kräfte durch ein Product der Masse in die Geschwindigkeit auszu-

messen bemühet ist. Es wird niemand auf die Gedancken kommen, als wenn der gegebene Beweis nicht allgemein wäre. Man setze nur die Geschwindigkeit AC des Cörpers A = 3. so läst sich auf eben die Weise darthun, daß er 9 Kugeln welche mit ihm gleiche Masse haben, in Bewegung setzen und jeder einen Grad der Geschwindigkeit mittheilen könne.

Fernere Erläuterung des vorhergehenden.

§. 84. Diesen Satz: die lebendigen Kräfte der Cörper sind in einer zusammengesetzten Verhältniß ihrer Massen und der Quadrate ihrer Geschwindigkeit, hat der Herr von Leibnitz erfunden. Worinnen er die gelehrtesten Naturkündiger und Mathematicker zu Nachfolgern bekommen. Selbst die Erfahrung bestätiget die Warheit dieses Satzes: denn thut es nicht viel weher, wenn man einen aus aller Macht mit dem Stocke über den Rücken schlägt, als wenn man ihm den Stock aus allen Kräften auf den Rücken drücket? Was ist aber die Ursache hievon? Gewiß keine andere, als weil der Stock im ersten Falle seine Würckung durch einen Stoß, im andern aber bloß durch Drücken äussert.

Die lebendigen Kräfte sind gleich, wenn sich

§. 85. Es sey die lebendige Kraft des Cörpers A = V, seine Masse = M, seine Geschwindigkeit = C, die Kraft des Cörpers B = v, seine Masse = m, seine Geschwindigkeit = c, so ist, wenn

V =

$V \sqsupseteq v$, $MC^2 \sqsupseteq mc^2$ (§. 83.). Wenn $MC^2 \sqsupseteq mc^2$; so ist $M : m \sqsupseteq c^2 : C^2$. Also haben 2 Cörper gleiche Gewalt zu stossen, wenn ihre Massen denen Quadraten der Geschwindigkeit umgekehrt proportional sind. Es sey $M \sqsupseteq m$; so ist $V : v \sqsupseteq C^2 : c^2$, und wenn $C^2 \sqsupseteq c^2$, so ist $V : v \sqsupseteq M : m$. Wenn also bey würcklich bewegten Cörpern die Massen gleich sind: so verhalten sich ihre Kräfte wie die Quadrate der Geschwindigkeit, und wenn die Quadrate der Geschwindigkeit, folglich die Geschwindigkeiten selbst gleich sind: so verhalten sich die Kräfte wie die Massen. Wenn z. E. zwey Cörper gleich schwer sind, es bewegt sich aber der eine noch einmahl so geschwinde wie der andere: so hat er nicht nur 2 mahl, sondern 4 mahl mehr Kraft als jener. Bewegt er sich 3 mahl geschwinder: so ist seine Kraft 9 mahl, und wenn er sich 4 mahl geschwinder bewegt, 16 mahl grösser, als die Gewalt des anderen. Bewegten sich aber beyde Cörper mit gleicher Geschwindigkeit; so würde der eine noch einmahl so viel Gewalt haben, wenn er noch einmahl so schwer wäre, sein Stoß würde 3 mahl stärcker seyn, wenn er 3 mahl schwärer wäre als der andere.

Die Massen verkehrt verhalten wie die Quadrate der Geschwindigkeit.

§. 6. Wenn ein Cörper A durch den Druck eines andern B bewegt wird: so erhält er dadurch eine lebendige Kraft, und der

Die lebendige Kraft ist grösser

Druck,

als die todte

Druck, welcher den Cörper A in Bewegung setzt, ist dieser lebendigen Kraft gleich zu achten (§. 29.) Da es nun eine ausgemachte Sache ist, daß die Kraft, welche den Cörper A in Bewegung setzt, grösser sey, als eine andere, welche dieses zu thun nicht vermag: so muß auch die Kraft, welche der Cörper A besitzt, wenn er sich bewegt, jederzeit grösser seyn, als der Druck, welchen er äussert, ohne sich zu bewegen. Derowegen ist die kleinste lebendige Kraft eines Cörpers grösser, als der Druck, welchen er verrichten kan. Die Erfahrung versichert uns zur Gnüge von der Wahrheit dieses Satzes. Das Wasser reißt die größten Steine mit sich fort, wenn es sich sehr schnelle bewegt, die es sonst nimmermehr in die Höhe gehoben hätte. Eben dieses gilt auch von der Luft, so leichte sie auch sonst ist. Der Wind hebt Staub und Sand in die Höhe, er reißt die Bäume aus der Erde, und wirft öfters gantze Häuser übern Haufen. Was ist aber der Wind anders als eine bewegte Luft?

Tab. I. Fig. 5.

Tab. II. Fig. 16.

Was erfolget wenn ein grösserer Cörper an einen kleinern

§. 87. Wenn ein grösserer Cörper A an einen kleinern ruhenden B anstößt: so wird sich der Cörper B von diesem Stosse geschwinder bewegen, als sich der grössere Cörper A vor dem Stosse bewegte, A aber wird seine Bewegung nach eben der Direction, ob wohl mit geringerer Geschwindigkeit fortsetzen. Wenn zum Exempel, der Cörper A dreymahl

mahl so schwer ist als der Cörper B, und mit einer Geschwindigkeit von 20 Graden an den andern anstößt: so bewegt sich der Cörper B von diesem Stosse mit einer Geschwindigkeit von 30 Graden, dem Cörper A aber bleiben nur 10 Grade Geschwindigkeit übrig. Welches man vermittelst zweyer elffenbeinern Kugeln leicht in Erfahrung bringen kan. anstößt.

§. 88. Man kan sich einbilden, als wenn die ganze Würckung eines Cörpers aus vielen kleinen Würckungen zusammen gesetzt wäre; besonders aber gilt dieses von dem Stosse. Dieser ist die Summe der Würckungen, die der Cörper in der Zeit seiner Bewegung besessen. Denn wenn sich ein Cörper würcklich bewegt: so werden seine Würckungen nicht durch den Widerstand aufgehoben; wie dieses bey dem Drucke geschieht, da die Würckung, welche der druckende Cörper in jedem Augenblick äussert, beständig durch den Widerstand gehoben und so zu sagen vernichtet wird. Wie nun hieraus aufs neue erhellet, daß der Stoß eines Cörpers in Ansehung seines Druckes unendlich groß sey, und daß also die Geschwindigkeit eines ruhenden Cörpers nicht anders anzusehen sey, als die Differentialgrösse von der Geschwindigkeit eines würcklich bewegten: so werden wir insbesondere Beweiß des vorigen Satzes.

dere dieses gebrauchen können, dasjenige, was vorher von dem Stosse eines grössern Cörpers an einen kleinern gesagt worden, daraus zu erweisen.
Tab. II. Fig. 16. Denn wenn ein grösserer Cörper A an einen ruhenden kleinern B anstößt, und der kleinere solte die gantze Kraft des grössern bekommen, der grössere aber dieselbe verlieren: so müste sich das Quadrat der Geschwindigkeit des Cörpers B nach dem Stosse zu dem Quadrate der Geschwindigkeit des Cörpers A vor dem Stosse verhalten, wie die Masse des grössern A zu der Masse des kleinern B (§. 85.). Es haben ja nur alsdenn zwey Cörper gleiche Gewalt zu stossen, wenn ihre Quadrate der Geschwindigkeit denen Massen umgekehrt proportional sind (§. 85.). Wenn also der Cörper A 9 mahl mehr Masse hätte als B: so müste das Quadrat der Geschwindigkeit des Cörpers B 9 mahl grösser seyn, als das Quadrat der Geschwindigkeit, welche A vor dem Stosse hatte, und also müste sich der Cörper B 3 mahl geschwinder bewegen, als sich der Cörper A vor dem Stosse bewegte. Ich sage, dieses ist nicht möglich. Denn der Cörper A kan nicht länger in den andern B würcken, als so lange er ihn berühret. So bald also

der

der Cörper B anfängt sich geschwinder als A zu bewegen, so bald muß dieser aufhören in ihn zu würcken. Er entfernt sich von ihm, er flieht davon, wie kan ihm nun der Cörper A seine ganze Würckung mittheilen? So gewiß dieses ist, so folgt doch nicht daraus, daß der grössere Cörper dem kleinern keine grössere Geschwindigkeit mittheilen könne, als er selbsten vor dem Stosse hatte. Denn weil der Stoß des Cörpers A aus vielen kleinen zusammengesetzt ist: so erhält der Cörper B seine Geschwindigkeit nicht auf einmahl, sondern nach und nach, obgleich dieses in einer unendlich kleinen Zeit geschiehet. Es gehet demnach der Cörper B alle Grade der Geschwindigkeit durch. Es muß also ein Augenblick seyn, in dem er sich eben so geschwinde bewegt, als der Cörper A. In diesem Augenblicke berühren noch beyde Cörper einander. Berühren sie aber einander; so kan der grössere noch in den kleinern würcken, und ihm noch einen Grad der Geschwindigkeit mittheilen. Dieses gehet desto leichter an, da die Würckungen des grösseren grösser sind als die Würckungen des kleinern; denn der grössere besitzt mehr Masse. Wir haben aber oben gesehen, daß die Würckung eines Cörpers

pers desto grösser sey, je mehr Masse er hat (§. 56.). Es muß sich also der kleinere Cörper B zwar geschwinder bewegen, als sich der grössere A vor dem Stosse bewegt hatte, weil ihm aber doch der grössere Cörper A nur einen Theil der Bewegung mittheilet: so muß diesem der andere Theil übrig bleiben (§. 40.). Er muß also seine Bewegung nach derselbigen Direction, doch mit geringerer Geschwindigkeit, als vor dem Stosse, fortsetzen.

Ein langsam bewegter Cörper widersteht dem, der sich geschwinder bewegen will.

Tab. II. Fig. 17.

§. 89. Setzet, der Cörper A wolle sich in einer Secunde durch die Linie AC bewegen, in welcher Zeit der Cörper B die gantze Linie BD durchlauffen und also noch einmahl so viel Raum zurücke legen solte, als der Cörper A. Was wird erfolgen müssen? Der Cörper B kan sich nicht bewegen, wenn ihm der Cörper A nicht ausweicht, gleichwohl weicht dieser durch seine eigene Kraft nicht weiter, als durch die Linie AC, welche die Helfte der Linie AD ist. Soll nun der Cörper B die gantze Linie BD durchlauffen: so muß er den Cörper A durch die Linie CD, welches die Helfte der Linie AD ist, forttreiben. Es widersteht demnach der Cörper A dem Cörper B so starck, als er würde widerstanden haben, wenn er geruhet hätte und von dem Cörper B durch die Linie CD hätte sollen fortgestossen werden. Da sich nun aber B alle Augen-

genblick geschwinder bewegt als A: so giebt der Cörper A dem Cörper B in jedem Augenblick seiner Bewegung einen Widerstand. Folglich widersteht ein Cörper, der sich langsamer bewegt, demjenigen, der ihn berühret und sich geschwinder bewegen will, alle Augenblick, ohnerachtet sie sich beyde nach einer Gegend bewegen; und dieser Widerstand ist desto grösser, je langsamer sich der vorhergehende, und je geschwinder sich der nachfolgende Cörper bewegt, das ist, je grösser der Unterscheid zwischen denen Geschwindigkeiten beyder Cörper ist.

Wie ein kleiner Cörper einem grossen die Bewegung mittheilet.

§. 90. Setzen wir dieses zum voraus, so werden wir leicht daraus abnehmen können, was erfolgen müsse, wenn ein kleinerer Cörper A an einen ruhenden grösseren B anstößt. Denn es wird sich der Cörper B von dem Stosse des Cörpers A zwar nach der Direction BC fort bewegen müssen, keinesweges aber mit derjenigen Geschwindigkeit, welche der kleine Cörper A vor dem Stosse hatte: indem sonst der Cörper B, weil er mehr Masse besitzt, eine viel grössere Gewalt haben würde als der Cörper A, wenn beyde einerley Geschwindigkeit haben solten (§. 8.); welches dem Satze, daß die Würckung unmöglich grösser seyn könne als die Ursache, so sie hervorbringt, offenbar zuwider wäre. Wenn es nun also gewiß ist, daß der Cörper B sich langsamer bewegt als A: so wird man sich

Tab. II. Fig. 18.

vermöge dessen, was vorher erwiesen worden (§. 89.), genöthiget sehen, zuzugeben, daß der Cörper B dem Cörper A widerstehe. Widersteht er aber der Bewegung des Cörpers A: so muß dieser reflectirt werden, und zwar in der Perpendicularlinie, wenn er nach dieser Direction an den grössern Cörper angestossen hat (§. 78.). Hätte sich der Cörper B von dem Stosse des Cörpers A gar nicht bewegt; so würde der letztere mit eben der Geschwindigkeit zurückegesprungen seyn, mit welcher er angestossen hätte (§. 79.). Dieses aber kan nicht geschehen, indem der Cörper B in Ansehung des Cörpers A nicht vollkommen geruhet hat. Es muß also der kleinere Cörper nach verrichtetem Stosse von dem grösseren zwar zurückespringen, jedoch mit einer geringern Geschwindigkeit, als die gewesen, welche er vor dem Stosse hatte.

Die Leibnitzische Ausmessung der Kräfte stimmt mit der Erfahrung überein.

§. 91. Es sey die Masse des Cörpers A = 1, die Masse des Cörpers B = 3, die Geschwindigkeit des Cörpers A vor dem Stosse = 4: so ist die Geschwindigkeit, welche der Cörper B von dem Stosse des andern bekömmt = 2, und also eben so groß, als die Geschwindigkeit, mit welcher der Cörper A nach der Direction AD zurücke prallt. Denn diese ist gleichfalls = 2. Aus diesem Versuche läßt sich eine Probe von der Richtigkeit des Leibnitzischen und Unrichtigkeit des Cartesianischen Maasses der lebendigen Kräfte anstel-

stellen, Denn es sey wie vorhin die Masse des Cörpers A = 1, seine Geschwindigkeit = 4: so wäre die Kraft des Cörpers A nach der Meynung Cartesii auch = 4, indem er davor hält, es werde nichts weiter erfordert, wenn man die Gewalt eines Cörpers bestimmen will, als daß man die Masse, welche in dem gegenwärtigen Falle 1 ist, mit der Geschwindgkeit = 4 multipliciret. Nun erhellet aus der hier angeführten Erfahrung, es müsse sich der Cörper B von dem Stosse des Cörpers A mit einer Geschwindigkeit von 2 Graden fortbewegen. Seine Masse ist = 3. Derowegen wäre die Gewalt des Cörpers B, die er von dem Stosse des andern bekommen hätte = 2 × 3 = 6. Allein es bewegt sich ja nicht der Cörper B alleine; sondern es springt auch A mit einer Geschwindigkeit von 2 Graden zurück. Nun ist seine Masse = 1, und folglich seine Gewalt, die er nach dem Stosse besitzt = 2 × 1 = 2. Man kan nicht läugnen, daß so wol die Bewegung des Cörpers B, als das Zurückspringen des Cörpers A ursprünglich von der Gewalt des Cörpers A, die er vor dem Stosse hatte, herzuleiten sey. Man wird also die Kräfte beyder Cörper A und B, welche sie nach verrichtetem Stosse des Cörpers A besitzen, zusammen addiren müssen, wenn man die Summe der Kräfte nach dem Stosse zu wissen verlanget. Thun wir dieses: so finden wir die Ge-

walt des Cörpers B = 6, die Gewalt des Cörpers A = 2. Solchergestalt ist die Summe der Kräfte nach dem Stosse = 6 + 2 = 8. Weil sich vor dem Stosse der Cörper A alleine bewegte: so ist seine Gewalt der Summe der Kräfte vor dem Stosse gleich zu schätzen. Nun war diese = 4. Derowegen würde sich die Summe der Kräfte nach dem Stosse zu der Summe der Kräfte vor dem Stosse verhalten, wie 8 zu 4, das ist, wie 2 zu 1. Es würde also nach dem Stosse noch einmahl so viel Kraft vorhanden seyn, als vor dem Stosse da gewesen. Was folgt aber hieraus? Würde nicht die Würckung grösser seyn müssen, als die würckende Ursache, wenn man sich überreden wolte, es könte die Summe der Kräfte nach dem Stosse noch einmahl so groß seyn, als sie vor demselben gewesen? Es ist also mehr als zu gewiß, daß die Cartesianische Ausmessung der Kräfte den ersten Grundwahrheiten und selbst der Erfahrung widerspreche. Man versuche es aber und bestimme die Grösse der Kräfte nach der Manier des **Herrn von Leibnitzens** so werden alle diese Schwierigkeiten verschwinden. Wir wollen das vorige Exempel behalten. Es war aber die Geschwindigkeit des Cörpers A vor dem Stosse = 4, seine Masse = 1. Folglich ist das Quadrat der Geschwindigkeit des Cörpers A vor dem Stosse = 16, und das Product der Masse in das

Qua-

Quadrat der Geschwindigkeit oder die Gewalt des Cörpers A = 16 × 1 = 16. Und eben so groß wird nach der Leibnitzischen Ausmessung die Summe der Kräfte vor dem Stosse in dem angeführten Falle seyn müssen. Nach dem Stosse ist die Geschwindigkeit des Cörpers B = 2, folglich das Quadrat seiner Geschwindigkeit = 4. Nun ist die Masse desselben = 3. Derowegen ist das Product der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit oder seine Gewalt = 4 × 3 = 12. Auf eben die Weise findet man die Gewalt des Cörpers A nach dem Stosse = 4. Denn weil seine Geschwindigkeit = 2, seine Masse aber = 1: so ist das Product der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit = 1 × 4 = 4. Addiren wir beydes zusammen: so finden wir die Summe der Kräfte beyder Cörper A und B nach dem Stosse = 4 + 12 = 16, welches die Gewalt des Cörpers A oder die Summe der Kräfte vor dem Stosse war. Es wird also nach der Leibnitzischen Ausmessung der Kräfte die Summe derselben vor und nach dem Stosse gleich groß befunden. Sie ist demnach denen Gesetzen der Bewegung gemäß. Es hat dieses schon Hugenius wahrgenommen, indem er bemercket, daß bey der Bewegung der elastischen Cörper das Product der Mässe in das Quadrat der Geschwindigkeit, nicht aber das Product der Masse in die Geschwindigkeit vor und nach

dem Stosse gleich groß sey; und hieraus hat der Herr von Leibnitz geschlossen, daß das erstere und nicht das letztere das Maaß der lebendigen Kräfte seyn müsse, und daß man also zwischen einer todten und lebendigen Kraft einen Unterscheid zu machen habe.

Ein Einwurf wird gehoben.

§. 92. Wolte sich schon ein Cartesianer einbilden, es sey die Verdoppelung der Kräfte, welche sich nach seiner Ausmessung bey den elastischen Cörpern befindet, von der Elasticität herzuleiten: so wird doch nichts leichter seyn, als das Gegentheil davon darzuthun. Denn gesetzt, es stiessen dieselbigen elastischen Cörper A und B, deren einer den andern an der Masse dreymahl übertrifft, nach entgegen gesetzten Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit an einander: so wird der grössere nach verrichtetem Stosse ruhen, der kleinere aber wird mit einer Geschwindigkeit, welche noch einmahl so groß ist, als die, so er vor dem Stosse hatte, zurück springen. Es sey z. E. die Geschwindigkeit des Cörpers A = 4, die Geschwindigkeit des Cörpers B = 4, die Masse des Cörpers A = 1, die Masse des Cörpers B = 3: so wäre nach der Cartesianischen Ausmessung die Gewalt des kleinern Cörpers vor dem Stosse = 4, die Gewalt des grössern aber = 12, und weil sich beyde gegen einander bewegen: so wäre die Summe der Kräfte vor dem Stosse = 16. Nach verrichtetem Stosse ru-

ruhet der grössere Cörper, der kleinere aber bewegt sich mit einer Geschwindigkeit = 8. Solchergestalt wäre die Summe der Kräfte nach dem Stosse = 8. vor dem Stosse aber = 16. Sie würde demnach nach dem Stosse nur halb so groß als vor demselben seyn, und man würde sich genöthiget sehen zu behaupten, daß die Kräfte der elastischen Cörper durch den Stoß in einigen Fällen vermehret, in andern aber vermindert würden. Wer wolte sich aber dieses in den Sinn kommen lassen? und ich vermeyne deutlich genug erwiesen zu haben, daß bey den elastischen Cörpern keine Kraft verlohren gehe (§. 70.).

Regeln der Bewegung der weichen Cörper.

§. 93. Dieses kan nach unser gegenwärtigen Absicht von der Bewegung der elastischen Cörper genug seyn. Wir werden zugleich der Mühe überhoben seyn können, die Regeln der Bewegung der harten Cörper zu untersuchen, da harte und elastische Cörper in der Bewegung einerley Erscheinungen geben, oder weil vielmehr die härtesten Cörper zugleich auch die gröste Elasticität besitzen. So unwahrscheinlich dieses anfangs scheinet, indem man z. E. bey einer stählernen, gläsernen und elffenbeinern Kugel keine Veränderung der Figur wahrnehmen kan, wenn sie an eine andere anstösse; so gewiß ist es doch daß dieses geschehe. Man darf sich nur dünne Stäbgen von Stahl, Glase oder Elffenbein machen lassen: so werden sie nicht

nur krumm gebogen werden können, sondern sie werden auch, so bald man mit Drucken nachläßt, in ihre vorige Figur zurückespringen. Ist nun aber Stahl. Glas und Elfenbein elastisch, wenn es diese Figur hat, warum solte es nicht elastisch seyn, wenn man ihm eine andere Gestalt giebt? Wolte man aber behaupten, daß etwas darum nicht sey, weil man es nicht sehen könte: so würde man an vielen Sachen zweifeln müssen, von denen es doch gewiß ist, daß sie vorhanden sind. Nachdem wir also die Regeln der Bewegung der elastischen Cörper betrachtet: so wollen wir unsere Gedancken auf diejenigen Cörper richten, welche keine merckliche Elasticität besitzen, und das nöthigste davon anführen. Wenn man die Regeln der Bewegung solcher Cörper, die nicht elastisch sind, durch die Erfahrung heraus bringen will, so bedient man sich dazu der weichen Thonkugeln, und giebt ihnen durch den Fall einen begehrten Grad der Geschwindigkeit. Denn weil eine solche weiche Thonkugel zwar von dem Stosse ihre Figur ändert, sich aber nicht von selbst in die vorige Figur versetzet: so ist sie nicht nur kein harter, sondern auch kein elastischer Cörper (§. 67), und schicket sich also wohl zu dem gegenwärtigen Versuche.

Bey den chen ern

§. 94. Weil bey den weichen Cörpern ein Theil der Kraft zu Eindrückung der Theile angewendet wird: so muß nothwendig der Bewe-

wegung des gantzen Cörpers so viel entgehen, als zu der Veränderung der Figur vonnöthen gewesen. Daher hat es das Ansehen als gienge durch den Stoß der weichen Cörper ein Theil der Kraft verlohren. Man muß aber nicht glauben, daß dieses würcklich geschähe, denn man hat längst erwiesen, daß keine bewegende Kraft in der Natur verlohren gehen könne, sondern es bleibt nur desto weniger Kraft zu der Bewegung des gantzen Cörpers übrig, je mehr zu Eindrückung der Theile und zu der Veränderung der Figur angewendet worden.

geht ein Theil der Bewegung verlohren.

§. 95. Wenn ein weicher Cörper A an einen andern ruhenden B, der gleiche Masse hat, anstößt, so werden sich beyde Cörper A und B nach geschehenem Stosse nach einerley Direction, doch nur mit der Helfte der Geschwindigkeit, welche A vor dem Stosse hatte, fortbewegen. Es sey z. E. die Geschwindigkeit des Cörpers A vor dem Stosse = 2: so ist die Geschwindigkeit des Cörpers B nach dem Stosse = 1, und die Geschwindigkeit des Cörpers A auch = 1; wenn A und B gleiche Masse besitzen.

Tab. I. Fig. 5. Was da geschiehet wenn ein weicher Cörper an einen andern von gleicher Schwere anstößt.

§. 96. Es scheint nun freylich, als liesse sich die Leibnitzische Ausmessung der Kräfte bey der Bewegung der weichen Cörper nicht anbringen. Allein was ist es Wunder, da bey weichen Cörpern ein Theil der Bewegung verlohren geht, indem derselbe zur

Die Leibnitzische Ausmessung der Kräfte läßt sich auch bey

den weichen Cörpern anbringen.

Veränderung der Figur angewendet wird. Es wäre vielmehr etwas seltsames, wenn dieses nicht geschähe. Damit aber die Nothwendigkeit dieser Sache erhelle: so wollen wir alles, so viel möglich, deutlich aus einander zu setzen suchen.

Bey dem Stosse verhalten sich die Raume wie die Geschwindigkeiten.

§. 97. Man wird ohne Bedencken zugeben, daß ein Cörper, welcher sich dreymahl geschwinder als ein anderer bewegt, in jedem Augenblicke seiner Bewegung dreymahl mehr Geschwindigkeit als der andere besitze. Hat er nun jeden Augenblick dreymahl mehr Geschwindigkeit als der andere; so hat er auch in dem Augenblick, da er an den andern anstößt, dreymahl mehr Geschwindigkeit. Hat er aber in diesem Augenblick dreymahl mehr Geschwindigkeit: so muß er sich in dem Augenblick, da er an den andern anstößt, durch einen dreymahl grössern Raum bewegen (§. 42.). Derowegen verhalten sich die Raume, welche zwey Cörper, indem sie einander anstossen, durchlauffen, als wie ihre Geschwindigkeiten. Ist die Geschwindigkeit des einen noch einmahl so groß als wie die Geschwindigkeit des andern: so bewegt er sich, indem er an jenen anstößt, durch einen doppelten, ist sie dreymahl so groß, durch einen dreyfachen, und wenn sie viermahl so

groß

groß ist, durch einen viermahl so grossen Raum, als der andere.

§. 98. Die Kräfte, welche die Cörper bey Eindrückung der Theile verlieren, verhalten sich wie die Anzahl der Theile, welche sie fortbewegen (§. 14.). Wer wolte zweifeln, daß noch einmahl so viel Kraft erfodert werde, noch einmahl so viel Theile einzudrücken, und daß dreymahl so viel Kraft vonnöthen sey, wenn dreymahl so viel Theile eingedrücket werden sollen? Die Menge der Theile, welche eingedrückt werden, ist denen Raumen proportional, welche die Cörper in dem Augenblick, da sie an einander stossen, durchlauffen. Denn man setze, es solle ein Cörper in einem andern weichen Cörper noch einmahl so viel Theile eindrücken; so wird er eine noch einmahl so grosse Höhle machen, und sich folglich durch einen noch einmahl so grossen Raum bewegen müssen. Es ist demnach gewiß, daß sich die Kräfte, welche die weichen Cörper durch das Eindrücken der Theile verlieren, als wie die Raume verhalten, die sie in dem Augenblicke, da sie an einander stossen, durchlauffen. Die Räume, welche zwey Cörper in dem Augenblicke des Stosses durchlauffen, sind ihren Geschwindigkeiten vor dem Stosse

Die verlohrenen Kräfte der weichen Cörper sind ihren Geschwindigkeiten proportional.

proportional (§. 97.). Derowegen verhalten sich die Kräfte, welche die weichen Cörper, indem sie an einander stossen, verlieren, als wie ihre Geschwindigkeiten vor dem Stosse.

In welchem Falle sich die Kräfte wie die Geschwindigkeiten verhalten.

§. 99. Wenn wir zu dem, was da gesagt worden, noch einen Satz hinzufügen: so haben wir die Gründe, aus welchen sich die Bewegung der weichen Cörper beurtheilen läßt. Es ist aber dieser Satz folgender: wenn die Massen zweyer bewegten Cörper ihren Geschwindigkeiten umgekehrt proportional sind: so verhalten sich ihre Kräfte, wie die Geschwindigkeiten. Denn wenn M die Masse des einen, und C seine Geschwindigkeit ist: so sey die Masse des andern ⩭ m und seine Geschwindigkeit ⩭ c. Vermöge der Bedingung des Satzes ist

$$\frac{\begin{array}{c} M : m \sqsupseteq c : C \\ \hline MC^2 : m \sqsupseteq cC^2 : C \\ \hline MC^2 : mc^2 \sqsupseteq cC^2 : Cc^2 \\ cC^2 : Cc^2 \sqsupseteq cC : c^2 \\ \hline MC^2 : mc^2 \sqsupseteq cC : c^2 \\ cC : c^2 \sqsupseteq C : c \end{array}}{MC^2 : mc^2 \sqsupseteq C : c}$$

Wenn V die Gewalt, des einen und v die

die Gewalt des andern Cörpers andeutet: so ist
$V : v \sqsupset MC_2 : mc^2$, folglich

$V : v \sqsupset C : c$ das ist: die Kräfte sind denen Geschwindigkeiten proportional. Wenn sich z. E. die Masse des Cörpers A zu der Masse des Cörpers B verhält wie 1 zu 3; wenn sich ferner die Geschwindigkeit des Cörpers B zu der Geschwindigkeit des Cörpers A gleichfals verhält wie 1 zu 3, so sind die Massen der beyden Cörper A und B ihren Geschwindigkeiten umgekehrt proportional. Es ist aber in diesem Falle die Gewalt des Cörpers $A \sqsupset 9$ und die Gewalt des Cörpers $B \sqsupset 3$ (§. 83.). Weil nun $9 : 3 \sqsupset 3 : 1$, so verhält sich die Gewalt des Cörpers A zu der Gewalt des Cörpers B wie 3 zu 1. Eben so verhält sich aber auch die Geschwindigkeit des Cörpers A zur Geschwindigkeit des Cörpers B. Tab. II. Fig. 18.

§. 100. Wenn zwey weiche Cörper nach entgegen gesetzten Richtungen dergestalt an einander stossen, daß ihre Geschwindigkeiten denen Massen umgekehrt proportional sind: so werden beyde Cörper nach verrichtetem Stosse ruhen. Denn wenn die Geschwindigkeiten den Massen umgekehrt proportional

Weiche Cörper deren Massen sich umgekehrt wie die Geschwindigkeiten

verhalten, ruhen nach verrichtetem Stosse.

nal sind: so verhalten sich die Kräfte wie die Geschwindigkeiten (§. 99.). Nun aber sind die durch das Eindrücken der Theile verlohrne Kräfte auch denen Geschwindigkeiten proportional (§. 98.); derowegen verhalten sich die Kräfte, welche die Cörper, indem sie an einander stossen, durch das Eindrücken derer Theile verlieren, als wie ihre Kräfte vor dem Stosse. Und weil die verlohrenen Kräfte in jedem unendlich kleinen Augenblicke des Stosses dieselbige Proportion halten, welche die Kräfte der beyden bewegten Cörper vor dem Stosse hatten: so muß die Bewegung beyder Cörper zugleich verlohren gehen und solchergestalt ist es kein Wunder, wenn zwey Cörper, welche nach entgegen gesetzten Richtungen mit solchen Geschwindigkeiten an einander stossen, die denen Massen umgekehrt proportional sind, nach verrichtetem Stosse ruhen.

Fernere Erläuterung.

§. 101. Ich will dieses, was hier erwiesen worden, durch ein Exempel zu erläutern suchen. Man stelle sich zwey weiche Cörper A und B vor. Es sey die Masse des Cörpers A ☰ 3, die Masse des Cörpers B ☰ 1, die Geschwindigkeit des Cörpers A ☰ 1, die Geschwindigkeit des Cörpers B ☰ 3, so verhält sich die Masse des Cörpers A zu der Masse

Tab. II. Fig. 16.

se des Cörpers B, wie die Geschwindigkeit des letztern zu der Geschwindigkeit des erstern. Folglich sind die Massen der beyden Cörper A und B ihren Geschwindigkeiten umgekehrt proportional. Man findet die Gewalt des Cörpers A nach der Leibnitzischen Ausrechnung = 3, und die Gewalt des Cörpers B = 9 (§. 38.). Weil nun 3 : 9 = 1 : 3; so verhält sich die Gewalt des Cörpers A zu der Gewalt des Cörpers B wie 1 zu 3. Und also hat der Cörper B dreymahl mehr Gewalt als der Cörper A. Da sich nun die Kräfte, welche beyde Cörper, indem sie an einander stossen, verlieren, verhalten wie die Kräfte vor dem Stosse (§. 98. 99.): so verliert der Cörper B in jedem Augenblicke dreymahl mehr Kraft als der Cörper A. Er verliert demnach seine gantze Kraft in eben der Zeit, in welcher der Cörper A dieselbe verliert. Was kan aber hieraus natürlicher folgen, als daß beyde Cörper nach verrichtetem Stosse ruhen müssen? Wir haben also hier ein Exempel, daß zwey Cörper einander zur Ruhe bringen, da die Kraft des einen viel grösser ist, als die Kraft des andern. Es würde dieses etwas seltsames seyn, wenn nicht derjenige Cörper, welcher die grösste Gewalt besitzet, einen so grossen Theil seiner Kraft durch das Eindrücken der Theile verlöhre.

§. 102. Wenn zwey Cörper gleiche Masse und Geschwindigkeit haben: so sind ihre Mas- Weiche Cörper.

die gleiche Masse und Geschwindigkeit haben, ruhen wenn sie nach entgegen gesetzter Direction an einander stossen.

Massen und Geschwindigkeiten einander umgekehrt proportional. Weiche Cörper, deren Massen sich umgekehrt wie die Geschwindigkeiten verhalten, ruhen, wenn sie nach entgegengesetzten Richtungen an einander stossen (§. 100.). Derowegen müssen auch zwey weiche Cörper, welche gleiche Masse besitzen, und nach entgegen gesetzten Richtungen an einander stossen, nach verrichtetem Stosse ruhen. Hieraus erhellet, daß Des Cartes die Sache nicht getroffen, wenn er geglaubt, es müsse in der Welt immer gleich viel Bewegung erhalten werden. Wo soll denn die Bewegung bleiben, wenn zwey weiche Cörper, welche nicht elastisch sind, und gleiche Masse besitzen, nach entgegen gesetzter Richtung, mit gleicher Geschwindigkeit an einander stossen? Sie ruhen nach verrichtetem Stosse. Also geht ihre Bewegung verlohren, keinesweges aber die bewegende Kraft. Denn nachdem sie an einander gestossen haben, machen sie zusammen nur einen Cörper aus, welcher sich nach entgegen gesetzten Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit zu bewegen bemühet, und also ruhet (§. 27.). Solchergestalt streitet dieses nicht mit der Meynung des Herrn von Leibnitzens welcher davor hält, daß immer in der Welt einerley bewegende Kraft erhalten werde.

Ein Einwurf wird gehoben.

§. 103. Was bisher von dem Stosse der weichen Cörper erwiesen worden, halten die Car-

Carteſianer für ſolche Knoten, welche nach der Leibnitziſchen Ausmeſſung der Kräfte unauflößlich wären. Denn, ſagen ſie, diejenigen Kräfte, welche einander aufheben, und aus welchen eine Ruhe erfolget, müſſen nothwendig einander gleich ſeyn. Nun erfolgt eine Ruhe, wenn weiche Cörper, deren Maſſen ſich verkehrt wie ihre Geſchwindigkeiten verhalten, nach entgegen geſetzten Richtungen an einander ſtoſſen. Folgt aber nicht hieraus, daß die Kräfte der gedachten Cörper einander gleich ſeyn müſſen? Nach der Carteſianiſchen Ausmeſſung werden beyder Cörper Kräfte gleich groß befunden, nicht aber nach der Leibnitziſchen. Man nehme nur das vorige Exempel (§. 101.): ſo iſt nach der gewöhnlichen Ausmeſſung die Kraft des Cörpers A = 3, die Kraft des Cörpers B gleichfals, und wären alſo beyderſeits einander gleich. Nach der Leibnitziſchen Regel aber würde die Kraft des Cörpers B dreymahl gröſſer ſeyn müſſen, als die Kraft des Cörpers A. Wie können aber ungleiche Kräfte eine Ruhe hervorbringen? Man wird zum wenigſten einräumen müſſen, daß die alte Ausmeſſung der Kräfte bey denen Cörpern, die weder hart noch elaſtiſch ſind, ſtatt habe. Allein ich habe nicht nur oben überhaupt dargethan, daß bey den weichen Cörpern, wenn ſie nicht elaſtiſch ſind, ein Theil der Bewegung verlohren gehe, durch welchen

die Veränderung der Figur hervorgebracht wird, dergleichen bey denen harten und elastischen nicht geschiehet (§. 70.); sondern es ist auch aus dem von der Bewegung der weichen Cörper gegebenen Erweise (§. 100.) abzunehmen, daß selbst aus der Leibnitzischen Ausmessung der Kräfte folge, es müssen zwey weiche Cörper nach verrichtetem Stosse ruhen, wenn sich ihre Massen verkehrt wie die Geschwindigkeiten verhalten. Und dieses könte von der Bewegung der Cörper genug seyn, wenn wir nicht noch untersuchen müßten, wie sich ein Cörper in einer krummen Linie bewegen könne. Verlangen wir dieses zu wissen: so müssen wir nothwendig von denen Centralkräften handeln. Man wird mir den Gefallen erweisen und dieses so lange für keine leere Grillen halten, bis ich unten bey der Betrachtung des Weltgebäudes Gelegenheit habe, den Nutzen dieser Lehre zu zeigen. Es offenbahrt sich aber derselbe auch in andern Fällen. Denn wie viele krummlinichte Bewegungen geschehen nicht selbst auf unserm Erdboden, zu deren deutlichen Erkäntniß man diese Grundwahrheiten vonnöthen hat?

Betrachtung der krummlinichten Bewegung.

Tab. II. Fig. 19.

§. 104. Diejenige Kraft eines Cörpers a g, welche beständig gegen einen gegebenen Punct g gerichtet ist, der Cörper mag sich befinden wo er will, wollen wir eine Centripetalkraft (vim centripetam) nennen. Eine jede andere

Was man durch die

dere Kraft a b aber, in so ferne sie nicht gegen diesen Punct gerichtet ist, ist eine Centrifugalkraft (vis centrifuga). Beyde Kräfte, a g und a b pflegt man mit einem gemeinschaftlichen Namen die Centralkräfte zu nennen. Centralkräfte verstehet.

§. 105. Es sey die Kraft a g, welche beständig gegen den Punct g gerichtet ist, die Centripetalkraft eines Cörpers: so ist a b seine Centrifugalkraft. Da nun diese beyde Kräfte einen Winckel einschliessen: so muß der gedachte Cörper im ersten Augenblick seiner Bewegung die unendlich kleine Diagonallinie aa durchlauffen (§. 45), und da die Centripetalkraft beständig gegen den Punct g gerichtet ist, so wird dieser Vernunftschluß beständig statt haben, und es wird dieserhalben dieser Cörper in jedem Augenblick eine andere unendlich kleine Diagonallinie aa beschreiben müssen. Solchergestalt wird er sich genöthigt sehen, seine Direction alle Augenblick zu verändern. Wenn aber ein Cörper eine krumme Linie beschreibt, welcher seine Direction alle Augenblick ändert: so muß ein jeder Cörper, der die beyden Centralkräfte besitzt, eine krumme Linie beschreiben. Wir können dieses nicht besser, als an einer Schleuder wahrnehmen. Denn in derselben bekömmt der Stein durch die Bewegung der Hand eine Centrifugalkraft und würde sich vermöge derselben in der geraden Linie a b fortbewegen, Wie die Centralkräfte eine krumlinichte Bewegung verursachen. Tab. II. Fig. 39.

wenn er nicht vermittelst der Schleuder beständig gegen die Hand nach der Direction a g zurücke gezogen würde. Und eben daher kommt es, daß der in der Schleuder befindliche Stein einen Cirkel um die Hand beschreibet. Läßt man aber die Schleuder fahren: so hört die Würckung der Centripetalkraft a g auf, und bleibt dem Steine nur die Centrifugalkraft übrig, vermöge welcher er nach dem Tangenten des Circkels hinwegflieget.

Die Centripetalkraft ist die Ursache der krumlinichten Bewegung.

§. 106. Wäre die Kraft a g nicht beständig gegen den Punct g gerichtet: so hätte der Cörper wegen der zusammengesetzten Bewegung a g und a b eine gerade Linie beschrieben (§. 45.). Da er nun blos darum eine krumme Linie beschreibt, weil die Kraft a g beständig gegen den Punct g gerichtet ist: so ist die Centripetalkraft diejenige Kraft, welche verursacht, daß sich der Cörper in einer krummen Linie bewegt. Sie zieht demnach den Cörper beständig von der geradelinichten Bewegung zurück, und solchergestalt kan kein Cörper eine krumme Linie beschreiben, der nicht beyde Centralkräfte besitzt.

Wie man die Centralkräfte ausmessen müsse.

§. 107. Weil die Bewegung weder nach der Direction der Centripedalkraft, noch nach der Direction der Centrifugalkraft erfolget, wenn sich der Cörper in einer krummen Linie beweget (§. 105): so gehören die Centralkräfte unter die todten Kräfte (§. 83.). Nun findet man die todte Kraft, wenn man die Masse

mit

mit der Geschwindigkeit multipliciret (§. 63.). Man wird demnach auch die Masse eines Cörpers mit seiner Geschwindigkeit multipliciren müssen, wenn man seine Centrifugalkraft zu wissen begehret.

§. 108. Gesetzt, es ziehe der Cörper A den andern B an sich: so wird der Cörper B den Cörper A mit gleicher Kraft an sich zu ziehen suchen, indem die Würckung und Gegenwürckung einander beständig gleich sind (§. 36.). Wenn nun beyde Cörper A und B eine Centrifugalkraft besitzen: so müssen sie sich beyde um einander herum bewegen (§. 105.). Sollen sie aber in dieser Bewegung um einander verharren: so müssen sie beyde gleiche Centrifugalkräfte haben (§. 27.). Denn wenn die Centrifugalkraft des Cörpers B grösser wäre, als die Centrifugalkraft des andern: so würden sie nicht beysammen bleiben, sondern der Cörper B würde durchgehen, und sich von dem andern entfernen (§. 28.). Wenn man nun setzt, es sey die Masse des Cörpers A = M, seine Geschwindigkeit = C, die Masse des Cörpers B = m, seine Geschwindigkeit = c: so ist MC = mc (§. 64.), und also M : m = c : C. Solchergestalt können sich zwey Cörper um einander herum bewegen, und in dieser Bewegung um einander verharren, wenn sich ihre Massen verkehrt verhalten wie die Geschwindigkeiten. Tab. II. Fig. 22. In welchem Falle Cörper in der Bewegung um einander verharren.

§. 109. Die Geschwindigkeiten zweyer wird ge-

nauer bestimmt.

Cörper verhalten sich wie ihre Entfernungen von dem Ruhepuncte, wenn die Bewegungen zu gleicher Zeit geschehen (§. 61.). Wenn sich also die Massen zweyer Cörper verkehrt verhalten wie ihre Entfernungen von dem Ruhepuncte, so können sie in der Bewegung um einander verharren (§. 108.). Wenn man an einem Hebel denjenigen Punct bestimmt, von welchem angerechnet sich die Entfernungen verkehrt verhalten, wie die Massen der Cörper: so hat man den gemeinen Schwerpunct gefunden (§. 62.) Derowegen müssen sich zwey Cörper um ihren gemeinen Schwerpunct herumbewegen, wenn sie ihre Bewegung in gleicher Zeit verrichten, und in derselben um einander verharren sollen.

Wird auf einen besondern Fall applicirt.

§. 110. Cörper, welche gleiche Masse haben, besitzen nur alsdenn gleiche Gewalt, wenn ihre Geschwindigkeiten gleich sind (§. 50.). Ihre Geschwindigkeiten sind gleich, wenn sie beyderseits gleich weit vom Ruhepuncte entfernet sind (§. 61.). Wenn sich demnach zwey Cörper von gleicher Masse um einander herum bewegen sollen: so müssen sie gleich weit vom Ruhepuncte entfernet seyn. Welches auch aus dem vorigen Satze fliesset, und als ein besonderer Fall darunter begriffen ist. Denn wenn sich diejenigen Cörper um einander herum bewegen können, deren Massen sich verkehrt verhalten, wie die Geschwindigkeiten; wenn sich ferner die

Massen

Massen verkehrt verhalten, wie die Geschwindigkeiten, wenn beyde Cörper gleiche Masse und Geschwindigkeit besitzen: so werden Cörper von gleicher Masse in der Bewegung um einander verharren müssen, wenn sie gleiche Geschwindigkeit haben; sie haben aber gleiche Geschwindigkeit, wenn sie vom Ruhepunct gleich weit entfernet sind.

§. 111. Alles dieses, was hier gesagt worden, stimmet mit der Erfahrung vollkommen überein, und läßt sich durch dieselbige bestätigen. Denn man darf nur zwey Kugeln, davon die eine A drey mahl schwerer ist, als die andere B, mit einem Faden AB zusammenhängen, und sie auf ein circkelrundes Bret legen welches man schnell herum drehen kan, damit sie sich um einander herum bewegen. Wenn man es nun so einrichtet, daß in C der Ruhepunct ist, um welchen sich beyde Kugeln A und B bewegen: so wird die Bewegung dieser Cörper fortdauren. Denn in diesem Falle ist AC zu CB wie 1 zu 3, und eben so verhält sich der Cörper B zum Cörper A. Ohnerachtet nun B dreymahl mehr Geschwindigkeit besitzet als A: so hat doch A dreymal mehr Masse, und so wenden beyde Kugeln A und B eine gleich grosse Bemühung an, sich vom Puncte C zu entfernen. Richtet man aber die Bewegung der beyden Kugeln dergestalt ein, daß sie sich um einen andern Punct als den Punct C bewegen: so wird allemahl

Tab. II. Fig. 22. Und durch die Erfahrung bestätiget.

die Kugel, welche weiter als sie solte vom Ruhepuncte entfernet ist, durchgehen, und die andere mit sich fortreissen. Wenn beyde Kugeln von gleicher Grösse sind: so wird man finden daß der Punct, da man den Faden auflegen muß, wenn sich beyde Kugeln um einander herum bewegen sollen, recht in der Mitte des Fadens seyn müsse. Denn so haben beyde Kugeln gleiche Masse und Geschwindigkeit, folglich gleiche Gewalt, und wenden also ebenfals eine gleich starcke Bemühung an, sich von dem Ruhepuncte zu entfernen. Sie müssen demnach in der Bewegung um einander verharren. Wenn in diesem Experiment der Faden zerrisse, so würde der Kugel nur noch die Centrifugalkraft übrig bleiben. Nun sölte die Kugel vermöge derselben nach den Tangenten des Cirkels fortlauffen (§. 104.) aber wegen der beständigen Fläche darauf die Kugel liegt, wird der Tangente in den Radium verwandelt, und die Kugel bewegt sich solchergestalt durch den Diameter.

Tab. III. Fig. 26. Wenn die um einen Punct beschriebenen Flächen den Zeiten

§. 112. **Wenn sich ein Cörper A um den Punct C dergestalt herum beweget, daß sich die Flächen, welche er beschreibet, verhalten als wie die Zeiten der Bewegung: so ist seine Centripetalkraft gegen den Punct C gerichtet, um welchen die Bewegung geschiehet. Denn wenn sich die um den Punct C be-**

beschriebene Flächen ABC, BFC, FIC, verhalten wie die Zeiten der Bewegung: so wird der Cörper in gleicher Zeit gleich grosse Flächen um den Punct C beschreiben. Wenn er also im ersten Augenblick den Triangel ABC, dessen Grundlinie AB unendlich klein ist, beschrieben hat: so wird er im andern Augenblick den Triangel BFC ⊐ ABC, und im dritten Augenblick den Triangel FIC ⊐ BFC ⊐ ABC beschrieben. Doch müssen die Grundlinien dieser Triangel insgesamt unendlich klein seyn, weil sonst der Cörper A keine krumme Linie beschreiben würde: Denn wenn eine krumme Linie durch Zusammensetzung gerader Linien entstehen soll; so müssen diese gerade Linien allemahl unendlich klein angenommen werden. Wenn nun der Cörper in A ist, so treibt ihn die Centripetalkraft gegen den Punct C, er gehet aber von A nach B; und solte diese Bewegung in einer geraden Linie BE fortsetzen, dergestalt daß AB ⊐ BE (§. 24.). Da er aber dieses nicht thut, sondern sich in der Linie BF bewegt; so muß BD seine Centripetalkraft im andern Augenblicke seyn. Es ist aber die Kraft BD gegen den Punct C gerichtet; und eben so ist klar, daß der gedachte Cörper im dritten Augenblicke

proportional sind: so ist die Centripetalkraft gegen diesen Punct gerichtet.

von den beyden Kräften FH und FG getrieben, die Diagonallinie FI durchlaufe; und daß also auch alsdenn seine Centripetalkraft FG gegen den Punct C gerichtet sey, um welchen er Flächen beschreibet, die den Zeiten der Bewegung proportional sind.

Was eine Ellipsis ist. Tab.III. Fig.27.

§. 113. Wenn wir uns einbilden, es sey der Mittelpunct eines Circkels aus zwey Puncten zusammen gesetzt; wenn wir uns ferner einbilden, es werde der Circkel dergestalt gebogen, daß er die Figur ABCD bekömmt: so werden sich die beyden Puncte, daraus sein Mittelpunct zusammengesetzt war, von einander entfernen, und es wird so dann der eine in F, der andere aber in H anzutreffen seyn. Eine solche krumme Linie ABCD wird eine Ellipsis, F und H aber werden die Brennpuncte der Ellipsis genennt. Ich weiß wohl, daß dieses eine gar schlechte Beschreibung der Ellipsis ist, ich weiß aber auch wohl, daß sich nicht alle meine Leser in der höhern Geometrie umgesehen haben, und daß sie mich folglich nicht ohne Unterscheid würden verstanden haben, wenn ich gesagt hätte, die Ellipsis sey eine krumme Linie, in welcher sich das Rectangulum aus den Theilen der Axe zu dem Quadrate der halben Ordinate verhält, wie die Axe zu dem Parameter. Und vielleicht würde es eben so dunckel gewesen seyn, wenn ich den Brennpunct beschrieben hätte, daß

daß es derjenige Punct in der Axe einer krummen Linie sey, wo der Parameter die Ordinate abgiebt; obgleich dieses alles vollkommen richtig wäre.

§. 114. Wenn sich ein Cörper in einer Ellipsi dergestalt bewegen soll, daß er um den einen Brennpunct der Ellipsis solche Flächen beschreibet, welche denen Zeiten der Bewegung proportional sind; so kan sich der gedachte Cörper ohnmöglich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit bewegen, sondern seine Geschwindigkeit muß immer grösser werden, je näher er dem Brennpuncte F kömmt, gegen welchen seine Centripetralkraft gerichtet ist (§. 112.), und immer kleiner, je weiter er sich von diesem Puncte entfernet. Denn wenn sich die Flächen welche um den Punct F beschrieben werden, verhalten wie die Zeiten der Bewegung: so muß der Cörper in gleicher Zeit gleiche Flächen um den Punct F beschreiben. Gesetzt demnach, es sey die Fläche ABF der Fläche DCF gleich. Weil der Triangel DCF höher ist als der Triangel ABF: so muß nothwendig seine Grundlinie DC kleiner seyn als die Grundlinie AB des andern Triangels ABF. Da nun der Cörper die Linie DC in eben der Zeit durchläuft, in welcher er sich durch die Linie AB beweget; so durchläuft er einen grössern Raum, wenn er sich in AB befindet, als wenn er in DC anzutreffen ist. Je grösser der Raum ist,

Eine elliptische Bewegung ist nicht gleichförmig. Tab. III. Fig. 27.

ist, welchen der Cörper in einer gegebenen Zeit durchläuft, desto grösser ist seine Geschwindigkeit (§. 42.). Derowegen ist die Geschwindigkeit des gedachten Cörpers grösser, wenn er dem Brennpuncte F, gegen welchen seine Centripetalkraft gerichtet ist, nahe kömmt, als wenn er sich von demselben entfernt. Da nun seine Geschwindigkeit solchergestalt nicht immer einerley verbleibt: so hat ein Cörper, welcher sich in einer Ellipsi beweget, und dessen Centripetalkraft gegen den einen Brennpunct der Ellipsis gerichtet ist, keine gleichförmige Bewegung.

Tab. II. Fig. 19. Die Bewegung im Circkel ist gleichförmig.

§. 115. Bewegt sich aber ein Cörper in einem Circkel dergestalt herum, daß die Flächen a a g, welche in gleicher Zeit beschrieben werden, einander gleich sind: so sieht man den Augenblick, daß auch die Bogen aa einander gleich seyn müssen. Es durchläuft demnach der Cörper in gleicher Zeit gleiche Theile des Raums. Er hat eine gleichförmige Bewegung, und bewegt sich also einmahl so geschwinde wie das andere. Und wie ist es anders möglich? Der Cörper behält im Circkel immer einerley Entfernung von dem Mittelpunct, gegen welchen die Centripetalkraft gerichtet ist. Nichts aber ist so natürlich, als daß eine Kraft unter einerley Umständen immer einerley Würckung hervorbringt.

Was eine be-

§. 116. Wenn sich ein Cörper dergestalt beweget, daß seine Bewegung immer geschwin-

der

der wird: so nennt man dieses eine beschleunigte Bewegung. Insbesondere aber eignet man einem Cörper eine gleichförmig beschleunigte Bewegung zu, wenn er in gleicher Zeit gleich grosse Grade der Geschwindigkeit bekömmt. Hieraus ist leicht zu schliessen, daß eine aufgehaltene Bewegung diejenige seyn müsse, da der Cörper beständig etwas von seiner Geschwindigkeit verlieret. Und eben so ist klar, daß ein Cörper eine gleichförmig aufgehaltene Bewegung besitze, wenn er in jedem Augenblicke einen gleich grossen Theil der Geschwindigkeit verliert. Es wird nicht undienlich seyn, diese Arten der Bewegung etwas genauer zu betrachten, indem sich dieses nicht nur bey der elliptischen Bewegung der Weltcörper, sondern auch selbst bey dem Fall der schweren Cörper auf dem Erdboden mit Vortheil wieder anbringen läst. Es ist aber zu mercken, daß alles dasjenige, was von der gleichförmig beschleunigten Bewegung gilt, auch von der gleichförmig aufgehaltenen, jedoch verkehrt genommen, gelten müsse. Denn es ist gar kein Zweifel, daß der Raum, welcher durchlauffen wird, nach eben der Verhältniß bey der letztern abnehme, wie er bey der erstern wächst, und zunimmt.

schleunigte und aufgehaltene Bewegung ist.

§. 117. Es bewege sich ein Cörper dergestalt, daß seine Bewegung auf eine gleichförmige Art beschleuniget wird: so wird er in jedem Augenblick einen neuen

Gesetze der gleichförmig beschleunigten

Bewegung.

neuen Grad der Geschwindigkeit erhalten, (§. 116.). Es sey die Zeit ☰ T, der Raum ☰ S, die Geschwindigkeit ☰ C, und die Gewalt ☰ V: so ist die Geschwindigkeit dieses Cörpers

in 1 T ☰ 1 C
2 T ☰ 2 C
3 T ☰ 3 C
4 T ☰ 4 C &c.

Weil nun der Raum gefunden wird, wenn man die Zeit mit der Geschwindigkeit multipliciret (§. 44.) so ist im ersten Augenblick S ☰ TC, nach zwey Augenblicken S ☰ 4TC, nach drey Augenblicken S ☰ 9TC u. s. w. Wenn sich also der Cörper im | ersten Augenblicke durch einen Schuh bewegt hat, so muß er sich in den beyden ersten Augenblicken durch 4, in den drey ersten Augenblicken durch 9, und in den vier ersten Augenblicken durch 16 Schuh bewegen. 1, 4, 9, 16. sind die Quadrat-Zahlen von 1, 2, 3, 4, und dieses sind die Zeiten oder auch die Geschwindigkeiten. Derowegen verhalten sich die Raume, welche dieser Cörper zurücke legt, wie die Quadrate der Zeiten, vom Anfang der Bewegung angerechnet, oder auch wie die Quadrate seiner Geschwindigkeit. Als, wenn sich der Cörper in der ersten Secunde durch einen Schuh bewegt

wegt; so muß er sich, nachdem die 5 ersten Secunden verflossen, durch 25 Schuh bewegt haben. Setzen wir dieses voraus: so werden wir leicht errathen können, wie viel Raum dieser Cörper in jedem einzelnen Augenblicke seiner Bewegung zurücke legen müsse. Denn durchläuft er binnen einer Secunde einen Schuh, und innerhalb zwey Secunden hintereinander vier Schuh: so muß er sich in der andern Secunde durch drey Schuh bewegt haben. Bewegt er sich in den ersten 2 Secunden durch 4 Schuh, und in den 3 ersten Secunden durch 9 Schuh: so hat er in der dritten Secunde allein 5 Schuhe zurücke gelegt. Eben so ist klar, daß er sich in der vierten Secunde durch 7, in der fünften durch 9, und in der sechsten durch 11 Schuh bewegen müsse. Es wachsen demnach die Raume, die ein Cörper, der eine gleichförmig beschleunigte Bewegung besitzt, durchläuft, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11. u. s. w. Solchergestalt durchläuft ein Cörper, der eine gleichförmig beschleunigte Bewegung hat, in gleicher Zeit ungleiche Theile des Raumes.

§. 118. Wenn die Kraft, welche einem Cörper eine gleichförmig beschleunigte Bewegung mittheilen soll, innerhalb

Wie die Kraft beschaffen seyn müs-

se, welche dergleichen Bewegung hervorbringen soll.

halb dem bewegten Cörper anzutreffen ist: so darf dieselbe ihre Würckung nur immer mit gleicher Geschwindigkeit fortsetzen. Denn so bekömmt der Cörper im andern Augenblick eine Geschwindigkeit, da diejenige, welche er im ersten Augenblicke bekommen hatte, noch nicht vergangen (§. 24.). Und so muß, vermöge des gegebenen Erweises, die Bewegung dieses Cörpers auf eine gleichförmige Art beschleuniget werden (§. 117.). Befindet sich aber die Kraft, welche einem Cörper eine gleichförmig beschleunigte Bewegung mittheilen soll, ausserhalb dem Cörper, und würcket also von aussen in ihn. Als wenn, zum Exempel, ein Cörper den andern durch seinen Druck fortbeweget: so hat es hiemit eine ganz andere Beschaffenheit. Denn wenn der Cörper A den andern B durch seinen Druck bewegt: so kan er nicht länger in ihn würcken, als so lange beyde Cörper beysammen bleiben, und einander berühren. Wenn sich also B mit 2 Graden Geschwindigkeit beweget, so muß sich A mit mehr als 2 Graden der Geschwindigkeit bewegen; bewegt sich B mit 3 Graden der Geschwindigkeit: so muß wiederum die Geschwindigkeit des Cörpers A noch grösser seyn. Ich sage

Tab. I. Fig. 5.

ge mit Fleiß, es müsse die Geschwindigkeit des Cörpers A grösser seyn als die Geschwindigkeit des Cörpers B. Denn gesetzt, der Cörper B bewegte sich mit 2 Graden der Geschwindigkeit, und A gleichfals, wie wolte denn de Cörper A dem Cörper B den dritten Grad der Geschwindigkeit mittheilen? Gesetzt aber auch, er hätte dieses gethan, wie wolte er ihm denn den vierten mittheilen, wenn er sich nicht aufs neue geschwinder bewegte? Hieraus aber folget, daß es leichter sey, die Geschwindigkeit eines Cörpers zu vermindern, als dieselbe zu befördern. Wenn sich z. E. der Cörper B mit 10 Graden der Geschwindigkeit beweget: so kan ihm dieser zehnte Grad der Geschwindigkeit durch eine Würckung, welche der seinigen entgegen gesetzt ist, gar leicht genommen werden (§. 27.). Viel schwerer aber wird es hergehen, wenn ihm der zehente Grad der Geschwindigkeit mitgetheilet werden soll. Denn wenn diesen der Cörper B bekommen soll: so ists nicht genug, daß A einen Grad Geschwindigkeit hat, sondern A muß 9 Grade der Geschwindigkeit haben, ehe er B berühren kan, und also 10 Grade, wenn er dem Cörper B den zehnten Grad der Geschwindigkeit mittheilen

soll. Ich habe gesagt, daß dieses nicht nöthig sey, wenn die Kraft, welche dem Cörper eine gleichförmig beschleunigte Bewegung mittheilen soll, innerhalb demselben anzutreffen wäre und sich mit ihm zugleich bewegte. Dieser Fall würde nun z. E. statt haben, wenn ein Magnet in eine hölzerne Kugel eingeschlossen würde, und man legte einen andern Magneten dergestalt, daß er den in der hölzernen Kugel eingeschlossenen an sich ziehen könte. Denn es würde sich die hölzerne Kugel mit einer gleichförmig vermehrten Geschwindigkeit gegen den Magneten bewegen, wenn auch gleich der Magnet die Kugel nicht stärcker an sich zöge, sie möchte weit oder nahe bey ihm seyn. Allein aus eben der Ursache kan man dieses nicht als ein Experiment gebrauchen, dadurch das obige bestätiget würde. Es lehret nemlich die Erfahrung, daß ein Magnet den andern desto stärcker an sich ziehe, je näher er ihm ist. Solchergestalt würde zwar die Bewegung der hölzernen Kugel beschleunigt werden, die Hauptursache aber würde diese seyn, weil sie dem Magneten durch ihre Bewegung näher gekommen wäre.

Das 3. Capitel,
Von der Schwere.

§. 119.

Was die Schwere ist.

Es lehret die Erfahrung, daß ein Cörper, wenn er nicht gehindert wird, dergestalt anfange sich zu bewegen, daß seine Directionslinie auf der Fläche eines ruhenden Wassers perpendicular stehet. Wird aber diese Bewegung verhindert: so drückt er doch nach dieser Direction auf dasjenige, worauf er lieget. Auf der Oberfläche einer Kugel steht keine Linie perpendicular, als diejenige, welche durch den Mittelpunct der Kugel geht. Setzen wir nun, daß der Erdboden eine kugelrunde Gestalt habe: so gehet die Directionslinie der fallenden Cörper gegen den Mittelpunct desselben. Wenn es nun erlaubt ist, die kugelrunde Gestalt des Erdbodens so lange anzunehmen, bis wir es unten aus seinen Gründen werden erweisen können: so muß man denen Cörpern eine Kraft zueignen, sich gegen den Mittelpunct der Erde zu bewegen. Und eben diese Bemühung eines Cörpers, sich gegen den Mittelpunct der Erde zu bewegen, ist es, was man seine Schwere zu nennen pfleget. Die vielfältig angestellten Versuche haben gelehret, daß alle Cörper, die wir kennen, schwer sind. Ja die Schwere ist so zu sagen die Triebfeder der Natur,

dadurch sie ihre grösten Maschinen zu bewegen gewohnt ist. Die Bewegung der Menschen und Thiere, ja der himmlischen Cörper selbst, wird durch die Schwere zuwege gebracht. Solte nun wohl ein Cörper seyn, der gar keine Schwere hätte? Gewiß, man wird dieses zum wenigsten ohne Beweis nicht zugeben können, da wir finden, daß die Schwere eine so allgemeine Eigenschaft der Cörper ist; und es ist schon lange bey denen Naturkündigern nicht mehr Mode gewesen, schlechterdings leichte Cörper zu glauben, dergleichen vormahls Aristoteles und die Schulweisen behauptet.

Was der Mittelpunct der Schwere ist.

§. 120. Weil alle Theile eines Cörpers schwer sind: so muß in einem jeden Cörper ein Punct anzutreffen seyn, durch welchen der Cörper in zwey gleich wichtige Theile getheilt wird. Diesen Punct pflegt man den Mittelpunct der Schwere zu nennen. Durch den Mittelpunct der Grösse aber, versteht man einen Punct, dadurch der Cörper in zwey gleich grosse Theile zertheilet wird.

In welchem Falle der Mittelpunct der Schwere und Grösse mit einander übereinkommen.

§. 121. Wenn ein Cörper durchaus aus einerley Materie bestehet, und einerley Breite und Dicke hat; so ist kein Grund vorhanden, warum gleich grosse Theile nicht auch gleich wichtig seyn solten; und also kömmt in diesem Falle der Mittelpunct der Schwere mit dem Mittelpunct der Grösse überein. (§. 129.).

§. 122.

Digitized by Google

§. 122. Weil der Cörper durch den Mittelpunct der Schwere in zwey gleich wichtige Theile getheilt wird (§. 120.): so kan er nicht fallen, wenn der Mittelpunct der Schwere unterstützt wird (§. 30.). Wird aber der Mittelpunct der Schwere nicht unterstützt: so muß der Cörper anfangen zu fallen (§. 29. 120.). Weil nun solchergestalt dasjenige, was den Mittelpunct der Schwere unterstützt, die Schwere des gantzen Cörpers trägt: so thut der Mathematicus nicht unrecht, wenn er annimmt, es habe ein Cörper gar keine Schwere, sondern an derer statt hange in seinem Schwerpuncte ein Gewichte, welches ihr gleich ist; ob sich gleich dieses in der That nicht also befindet. Wenn ein Cörper stille liegt, und wenn er fallen muß.

§. 123. Weil so viele Würckungen der Natur vermittelst der Schwere hervorgebracht werden: so wird es uns nicht befremden, wenn dieses wenige, was jetzo davon ist gesagt worden, schon hinreichend ist, den Grund von verschiedenen und zum Theil merckwürdigen Bewegungen anzuzeigen. Wir können also z. E. hieraus abnehmen, daß der Würffel ABDE auf der schiefliegenden Fläche AE nicht herunter rollen, die Kugel C aber auf derselben herunter lauffen müsse. Denn die aus dem Mittelpunct der Schwere h gezogene Directionslinie h i in dem Würffel ABDE fällt innerhalb der Grundfläche desselben. Solchergestalt wird der Mittel- Wird ferner erläutert. Tab. II. Fig. 24.

punct der Schwere unterstützt und der Würfel müste gantz stille liegen bleiben, wenn nur seine gantze Schwere getragen würde. Da aber dieses nicht geschiehet, indem die schiefliegende Fläche zwar einen Theil der Schwere, nicht aber die gantze Schwere des Würfels trägt: so muß er zwar auf der schiefliegenden Fläche herunter fahren, wenn diese vollkommen glatt ist, er kan sich aber doch nicht überwerffen und herunter rollen. Daß aber die Schwere des Würffels nur zum Theil von der schiefliegenden Fläche getragen werde, ist leicht zu erweisen. Man darf nur die Schwere des Würffels hi als eine Kraft ansehen, welche aus zwey andern zusammen gesetzt ist, deren eine auf der schiefliegenden Fläche perpendicular stehet, die andere aber mit derselben parallel ist. Der letztern wird nicht widerstanden. Derowegen muß der Würffel zwar auf der schiefliegenden Fläche herunter fahren, keinesweges aber sich überwerffen oder herunter rollen, so lange seine Directionslinie hi innerhalb der Grundfläche fällt. Hingegen die Directionslinie cg, welche aus dem Mittelpunct der Schwere c in der Kugel gezogen worden, fällt ausserhalb ihrer Grundfläche. Es wird demnach der Mittelpunct der Schwere nicht unterstützt. Was ist es also Wunder, wenn sie auf der schiefliegenden Fläche herunter rollt? Es ist hieraus zugleich klar, warum eine Kugel überhaupt

haupt so leicht beweglich sey. Denn weil sie eine geradelinichte Fläche nur in einem Puncte berühret: so ist auch ihre Grundfläche nur ein eintziger Punct. Nichts ist demnach leichter, als den Mittelpunct der Schwere aus der Grundfläche der Kugel zu verrücken. So bald aber dieses geschehen, so bald fängt die Kugel an sich zu bewegen. Je weniger wir uns nun zu verwundern pflegen, wenn wir sehen, daß eine Kugel, vermöge ihrer Schwere auf einer schiefliegenden Fläche herunterläufft, weil wir dieses vor etwas gewöhnliches halten: desto seltsamer kömmt es einem vor, wenn man höret, es könne ein Cörper selbst, vermöge seiner Schwere, auf einer schiefliegenden Fläche in die Höhe steigen, da doch dieses ein Geheimniß ist, daß sich gar bald begreiffen läst. Denn man lasse sich nur einen holen Cylinder von Pappe verfertigen, und befestige innerhalb demselben ein bleyern Gewichte D, man lege ihn ferner dergestalt auf eine schiefliegende Fläche, wie es die Figur ausweiset; so ist die Directionslinie dieses Cylinders die Linie DE, weil die Schwere der Pappe in Ansehung des Gewichts D vor nichts zu achten. Da nun die Directionslinie DE ausserhalb der Grundfläche des Cylinders fällt: so muß er anfangen sich zu bewegen, das Gewichte D muß nieder sincken: sinckt aber dieses nieder, so muß der Cylinder auf der schiefliegenden Fläche in die Höhe steigen (§. 122.).

Der gantze Erdboden ist nicht schwer, obgleich seine Theile schwer sind.

§. 124. Weil die Schwere eine Kraft ist, vermöge welcher sich die Cörper gegen den Mittelpunct der Erde zu bewegen suchen (§. 119.): so ist der Schluß unrichtig, welchen man aus Uebereilung zu machen pfleget, wenn man behauptet, es müsse der gantze Erdboden schwer seyn, weil alle Theile schwer sind, woraus er zusammen gesetzt ist. Es hat freylich einen grossen Schein: denn wenn alle Theile schwer sind, warum solte denn das Gantze, das aus diesen Theilen zusammen gesetzt ist, keine Schwere haben? Allein dieser Schein verschwindet, so bald man nur bedenckt, daß der Erdboden eine kugelrunde Gestalt besitzt. Tab. III. Fig. 25. Wir wollen setzen, ABED sey der Erdboden: so drückt der Theil ABC desselben so starck gegen den Mittelpunct C, als der entgegengesetzte Theil DEC gegen denselbigen Mittelpunct C drückt. Da nun gleiche und entgegen gesetzte Kräfte einander verhindern (§. 27.): so wird der Druck, welchen ACB äussert, durch den gegenseitigen Druck des Theiles DCE wieder aufgehoben. Solchergestalt ist es in Ansehung des gantzen Erdbodens eben so viel, als hätte ABC gar keine Schwere gehabt. Dieser Schluß gilt auch von den beyden Theilen ACD und BCE. Denn sie sind ebenfals einander entgegen gesetzet, und drücken mit gleicher Kraft gegen den Mittelpunct C. Es halten also alle Theile des Erdbodens unter einander das Gleichge-

gewicht. Denn dieſes findet ſich allenthalben, wo gleiche Kräfte nach entgegengeſetzter Direction dergeſtalt in einander würcken, daß keine Bewegung erfolgt (§. 59.). Man ſieht alſo wohl, daß ſich die Schwere des gantzen Erdbodens aus dieſem Grunde nicht behaupten laſſe, weil alle ſeine Theile ſchwer ſind. Indeſſen leugne ich nicht, daß der gantze Erdboden ſchwer ſey. Er hat eine Schwere gegen die Sonne. Man würde ſich aber ſehr betrügen, wenn man ſich überreden wolte, es käme dieſes daher, weil alle Theile des Erdbodens gegen den Mittelpunct der Erde drückten. Und ſo haben wir hier, da wir die Schwere des Erdbodens betrachten, noch gar nichts mit ſeiner Schwere gegen die Sonne zu thun. Setzen wir es nun als gewiß voraus, daß der Erdboden nicht ſchwer ſey, ohnerachtet er aus ſchweren Cörpern zuſammengeſetzt iſt: ſo wird es uns nicht ſeltſam vorkommen, daß er in der Himmelslufft ſchweben kan ohne herunter zu fallen. Kann denn wohl ein Cörper fallen, der gar keine Schwere hat? Wir werden alſo die Elephanten der Indianer erſpahren können. Denn dieſe Leute laſſen, um mehrerer Sicherheit willen, den Erdboden von vier Elephanten tragen; ſie bedencken aber nicht, worauf ihre Elephanten ſtehen ſollen. Ja wir werden auf der runden Erde gantz ſicher ruhen können ohne zu befürchten, daß wir herunter fallen. Die

Natur überhebt uns dieser Sorge, indem sie alles, was zu der Erde gehöret, vermittelst der Schwere bey derselbigen erhält. Der heilige Augustinus und Lactantius müssen dieses nicht geglaubt haben, sonst würden sie nicht so sehr wider die runde Figur des Erdbodens gestritten haben. Der letztere geräth in seinem Buche von der falschen Weisheit im 24. Cap. deßwegen in einen rechten physicalischen Eifer, indem er schreibet: „Was „ist von denen zu sagen, die davor halten, „daß es Leute gäbe, die ihre Füsse gegen die „die unsrigen kehren? Sagen sie denn etwas „taugliches? oder ist wohl jemand so einfältig, daß er glauben solte, es gäbe Menschen, deren Fußsohlen höher wären, als „ihre Köpfe? oder, daß alles, was bey uns „lieget, daselbst umgekehrt hinge? Früchte „und Bäume unterwerts wüchsen? Regen, „Schnee und Hagel in die Höhe nach der „Erde fielen?„ Und nachdem er vieles davon gesagt, so setzt er hinzu: „Ich könte mit „vielen Gründen erweisen, es sey gar nicht „möglich, daß der Himmel niedriger seyn könte, als die Erde.„ So schlossen damahls die gelehrtesten Leute. Wer sieht aber nicht, daß sich dieser gantze Irrthum auf einen unrechten Begriff von der Schwere der Cörper gründet?

Von der Bewe-

§. 125. Die Bewegung der Menschen und Thiere ist eine der vornehmsten Begebenhei-

ten

ten der Natur. Sie verdienet unsere Aufmerckſamkeit deſto mehr, je näher ſie uns ſelbſt angeht. Wir werden aber den Grund von dieſen Bewegungen aus demjenigen, was vorher (§. 122.) von der Schwere angeführt worden, auf eine ſehr leichte Art herleiten können. Borellus hat dieſes in ſeinem Buche von der Bewegung der Thiere zuerſt gethan. Er band einen Menſchen auf ein Brett, und ſchob dieſes Brett auf einem ausgeſpannten Stricke ſo lange hin und her, bis es ſtille liegen blieb. Hieraus war nun klar, daß der Mittelpunct der Schwere in der geraden Linie ſeyn müſte; welche von dem Stricke beſchrieben ward, damit er aber den eigentlichen Punct beſtimmen könte, ſo verſchob er dieſes Brett nach einer andern Direction gleichfalls ſo lange, biß es ſtille liegen blieb; und ſchloß daher; daß der Mittelpunct der Schwere in beyden Linien zugleich, und folglich in dem Puncte ſeyn müſte da beyde Linien einander durchſchnitten. Dadurch fand er, daß bey den Menſchen der Mittelpunct der Schwere im Unterleibe recht zwiſchen beyden Füſſen in dem Perinäo ſey. Wenn wir auf einem Fuſſe ſtehen, ſo iſt die Grundfläche unſers Cörpers die Fußſohle, auf welcher wir ſtehen: ſtehen wir aber auf beyden Füſſen: ſo iſt die zwiſchen beyden Füſſen befindliche Fläche die Grundfläche unſers Cörpers. So lange nun die aus dem Mittelpunct der Schwere gezo-

gene

gung der Menſchen.

gene Directionslinie innerhalb dieser Grundfläche fällt, so lange stehen wir stille; wenn aber die Directionslinie ausserhalb der Grundfläche fällt: so fangen wir an zu fallen. Damit wir nun erkennen, wie wir es machen, wenn wir uns von einem Ort gegen den andern bewegen: so wollen wir setzen, es stünde ein Mensch auf beyden Füssen; so fällt seine Directionslinie a b innerhalb der Grundfläche c d. Will er sich nun fortbewegen und z. E. den rechten Fuß zuerst aufheben: so würde dieses nicht möglich seyn, wenn er so gerade stehen bleiben wolte, als er vorher gestanden. Denn so bald er den rechten Fuß aufgehoben hätte: so wäre die lincke Fußsohle d die Grundfläche seines Cörpers. Da nun die Directionslinie a b ausserhalb dieser Grundfläche d fiele: so würde der Mensch nicht stehen bleiben können, sondern er müste auf der rechten Seite zu Boden fallen. Damit nun dieser Fall verhindert werde: so beugt man sich etwas auf die lincke Seite. Denn, weil sodann die Directionslinie a b auf den lincken Fuß b gebracht wird: so ist man im Stande, den rechten Fuß c aufzuheben, ohne daß man sich befürchten darf zu fallen. Wolte man nun den rechten Fuß wieder niedersetzen: so würde man nicht von der Stelle kommen. Will man sich aber weiter fortbewegen: so ist nöthig, daß man den Leib etwas vorwärts beuge, damit die Directionslinie

Tab. III. Fig. 28

Fig. 29

linie a b über die Grundfläche des lincken Fusses hinüber gebracht werde. Den Augenblick, da dieses geschiehet, fängt man an vorwärts zu fallen. Weil man aber sogleich Fig. 30. den aufgehobenen Fuß vorhält: so wird dadurch der Fall verhindert. Denn die Directionslinie a b wird wieder in die Grundfläche c d gebracht. Wenn man nun fortfähret dasjenige mit dem rechten Fusse zu verrichten, was vorher der lincke gethan hat, und mit dem lincken thut, was vorher der rechte verrichtet hat; so ist man im Stande, aufs neue mit dem lincken Fusse einen Schritt vorwarts zu thun. Und vermittelst solcher oft wiederholten Handlung kan man sich von einem Orte gegen den andern bewegen. Hieraus folget, daß kein Mensch vollkommen gerade gehen könne. Denn, weil man nicht gehen kan, ohne die Directionslinie bald auf den lincken, und bald wieder auf den rechten Fuß zu bringen; so ist man gezwungen, den Leib auf die lincke Seite zu beugen, wenn man auf den lincken, und auf die rechte, wenn man auf den rechten Fuß treten will. Wolte man daran zweifeln; so dürfte man nur einen Menschen zwischen zweyen Stäben in einer geraden Linie von dem einen Stabe zu dem andern gehen lassen: so würde man wahrnehmen, daß er unter währendem Gehen niemahls mit denen Stäben in einer geraden Linie bleiben würde. Wenn ein Mensch eine

Last

Last auf dem Rücken träget: so ist sein Gang darinnen von einem andern unterschieden, daß er den Leib vorwarts biegen muß, damit die Directionslinie der Last und die Directionslinie seines eigenen Cörpers näher zusammen kommen, und also in der zwischen denen Füssen befindlichen Grundfläche erhalten werden können. Eben dergleichen Beugung des Leibes wird erfordert, wenn man einen Berg hinaufsteigen will. Thäte man dieses nicht: so würde die Directionslinie entweder auf die Hacken fallen, und man würde viel Beschwerlichkeit haben, den Berg zu ersteigen, oder wenn er etwas steil wäre: so würde die Directionslinie gar über die Grundfläche hinausgebracht werden, und sodann setzte man sich in die Gefahr, rücklings herunter zu fallen. Es ist ohne mein Erinnern klar, warum man sich etwas zurücke beuget, wenn man einen Berg hinunter gehet. Man sieht wohl, daß in diesem Falle die Directionslinie auf die Zehen des Fusses gebracht werde, und daß man sich also zurücke beugen müsse, um sie innerhalb der Grundfläche zu erhalten. Dieses sind Gesetze der Natur, welche die Menschen desto genauer beobachten, je gewisser mit ihrer Uebertretung die unausbleibliche Straffe des Fallens verbunden ist. Das artigste hiebey ist, daß alle Menschen diese Regeln in acht nehmen, ohne einmal daran zu gedencken. Es hat hiermit eben die Beschaffenheit

heit, wie mit dem Verſtande, der ſich im Dencken gleichfals nach Regeln richtet, ob er gleich dieſelben nicht allemal deutlich erkennet.

§. 126. Es braucht nur ein weniges Nachdencken: ſo wird man viele Fälle von der Bewegung des Menſchen auflöſen können. Man wird z. E. aus den hier angeführten gar leicht die Urſache erkennen können, warum man ſich nicht aufrichten kan, wenn man den Kopf wider die Wand legt, und die Hände auf den Rücken hält. Man wird finden, daß man von keinem Stuhle aufſtehen könne, ohne die Füſſe zurücke zu ziehen, oder den Leib vorwarts zu beugen. Denn in beyden Fällen muß die Directionslinie auf die Grundfläche der Füſſe gebracht werden. Wir wollen uns demnach dabey nicht weiter aufhalten, ſondern nur noch etwas weniges von der Bewegung anderer Thiere anmercken. Doch betrachten wir hier weiter nichts davon, als in ſoferne ſich dieſe Bewegung von der Schwere herleiten läſt. Von der Bewegung der Menſchen.

§. 127. Wenn die vierfüßigen Thiere ſtille ſtehn: ſo fällt die aus dem Schwerpunct gezogene Directionslinie auf die Grundfläche ihres Cörpers, und dieſe iſt das Viereck, welches zwiſchen ihren Füſſen enthalten iſt. Wollen ſie aber fortgehn: ſo müſſen ſie ſich ebenfalls etwas auf die Seite beugen, damit ihr Schwerpunct von zweyen Füſſen könne getragen, und ſie alſo in den Stand geſetzt wer- Von der Bewegung anderer Thiere.

werden, die andern beyden aufzuheben. So steht also ein Pferd immer auf einem vorder und hinter Fusse wenn es fortgeht; wenn es aber starck rennt: so berührt es die Erde einmahl mit den beyden hintersten, und einmahl mit den beyden vordersten Füssen. Aus diesem Grunde liessen sich die meisten Regeln der Reitkunst herleiten. Man kan z. E. hieraus abnehmen, warum man sich vorwarts beugen müsse, wenn man einen Springer reitet, warum eben dieses geschehen müsse, wenn man einen Berg hinauf reitet, und warum man sich endlich zurücke beugen müsse, wenn man den Berg herunter reiten will. Alles zielet darauf hinab, daß die gemeinschaftliche Directionslinie des Pferdes und des Reuters innerhalb der Grundfläche des Pferdes erhalten werde. Wie nun solchergestalt ein vierfüßiges Thier ziemlich vor dem Fallen gesichert ist, so möchte man wohl meynen, daß die Vögel desto schlimmer daran wären. Man wird in dieser Meynung bestärcket werden, wenn man bedenckt, daß sie oft auf gantz dünnen Aesten sitzen müssen, und also eine gar kleine Grundfläche haben, auf welcher ihr Cörper ruht. Allein die Natur ist viel zu vorsichtig, als daß sie dafür nicht solte gesorgt haben. Hat sie nicht die Vögel mit Klauen versehen, dadurch sie sich anklammern, und gnugsam vor dem Falle versichern können? Die grössern,

haben eine desto grössere Grundfläche. Und es ist merckwürdig daß der Schwerpunct welcher mitten in der geraden Linie ist, die von der Spitze des einen Flügels zu den andern gezogen werden kan, wenn ein Vogel, fliegt, so leichte durch die veränderte Positur auf die Füsse gebracht werden könne wenn er steht.

§. 128. Wenn in einem Wagebalcken der Schwerpunct d über dem Ruepuncte e ist, in welchem Puncte die Axe des Wagebalckens anzutreffen; so muß der Wagebalcken, so bald er nur ein wenig aus der Horizontallinie gebracht wird, auf die Seite fallen. Denn weil in e die Axe, und also die Grundfläche des Wagebalckens anzutreffen ist: so muß derselbe sogleich anfangen zu fallen, so bald der Schwerpunct d über diese Grundfläche herüber gebracht wird (§. 122.). Wenn aber die Axe des Wagebalckens in d und der Schwerpunct in e, folglich unter der Axe ist: so kan der Wagebalcken keine schiefe Lage behalten, sondern muß sich von selbsten wieder in die Horizentallinie versetzen. Denn in diesem Falle wird der Schwerpunct in die Höhe gehoben, wenn der Wagebalcken schief gestellt wird. Da er nun so lange niedersinckt als er kan: so kan die Wage nicht eher ruhen, als bis sie wieder in die Horizontallinie kommt. Es erlangt aber der Schwerpunct durch den Fall, wie alle schwere Cörper so viel Geschwindigkeit mit welcher

Wenn sich ein Wagebalcken in den wagerechten Stand von selbst versetzt. Tab. III. Fig. 32.

er auf der andern Seite wieder eben so hoch in die Höhe steigen kan (§. 139.): und daher fährt er fort eine Zeitlang sich auf und nieder zu bewegen, welche Bewegung ohnfehlbar ohne Ende fortdauren würde; wenn es möglich wäre, das Reiben und den Widerstand der Luft völlig zu heben (§. 24.). Wenn endlich so wohl der Schwerpunct als die Axe in d und also beyderseits in einem Orte sind: so befindet sich der Schwerpunct jederzeit in der Grundfläche, man mag den Wagebalcken ABEF schief oder gerade stellen. Er muß demnach in einer jeden Lage stehen bleiben, die man ihm giebt.

In welchem Falle sich dieses wieder anbringen lasse.

§. 129. Aus dem, was hier angeführt worden, erhellet zur Gnüge, es könne kein Cörper fallen, wenn sein Schwerpunct zuvor müsse in die Höhe gehoben werden, ehe er niedersincken kan. Hieraus läst sich unter andern begreiffen, warum die mit Tab. III. Fig. 31. Fleiß also gebauten Thürme zu Pisa und Bononien in Italien so feste stehen können, da es doch von aussen das Ansehen hat, als wolten sie alle Augenblick über den Hauffen fallen. Denn weil AB nicht sincken kan, es werde denn CD in die Höhe gehoben: so steht dieser Thurm eben so feste, als wenn er gerade gebauet wäre.

Der Fall der schweren Cörper ist

§. 130. Würckte die Ursache der Schwere nur einmahl in einen Cörper, so würde ihm seine Schwere durch eine gegenseitige Wir-

ckung

ckung genommen werden können. Nun aber lehret uns die Erfahrung, daß dieſes nicht möglich ſey: indem ein ſchwerer Cörper beſtändig ſchwer verbleibt. Daher muß ihm alle Augenblick ein neuer Grad der Geſchwindigkeit mitgetheilet werden, nachdem der vorige durch den Widerſtand des Cörpers auf welchen er lieget vernichtet worden. Nun ſetzet daß ſich ein ſchwerer Cörper in einem Raume befände, da ſeiner Bewegung kein Widerſtand geſchähe, und daß er alle Augenblicke einen neuen Grad der Geſchwindigkeit bekäme; ohne daß der vorige durch den Widerſtand aufgehoben würde: ſo würde er nothwendig eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung bekommen (§. 116.). Wenn er alſo im erſten Augenblicke durch einen gewiſſen Theil des Raums herunter fiele, ſo würde er im andern Augenblicke dreymahl, im dritten fünf, im vierten ſiebenmahl ſo tief, und ſo weiter nach den ungeraden Zahlen fallen müſſen (§. 117.). Dieſem zu folge wird ein ſchwerer Cörper in den beyden erſten Augenblicken hintereinander vier, in den drey erſten Augenblicken neun, und in den vier erſten Augenblicken ſechszehn mahl ſo viel Raum zurück legen, als er im erſten Augenblicke zurücke gelegt hatte. Gleichwie nun hieraus erhellet, daß ſich bey dem Falle der ſchweren Cörper die Raume durch welche ſie ſich bewegen, wie die Quadrate der Zeiten, in welchen ſie gefallen ſind, ver-

eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung.

verhalten, wenn man beydes vom Anfange der Bewegung rechnet, so ist zugleich klar, daß sich diese Raume wie die Quadrate der Geschwindigkeit des fallenden Cörpers verhalten müssen, denn es verhalten sich bey einer jeden gleichförmig beschleunigten Bewegung die Zeiten wie die Geschwindigkeiten (§. 117.). Wird nun wohl die Schwere von dem Stosse einer subtilen Materie herkommen können, oder wird nicht vielmehr der Ursprung dieser Bewegung in den Cörper selbst zu suchen seyn? Setzen wir das erstere, so sieht man nicht warum die Gewichte der Cörper ihren Massen, und nicht vielmehr ihrer Oberfläche proportional sind; dergleichen flüssige Materie würde selber eine beschleunigte Bewegung haben müssen, wenn sie den schweren Cörpern dergleichen mittheilen solte (§. 118.) welches gantz und gar nicht nöthig ist, wenn sich die Ursache der Schwere in dem Cörper selbst befindet. Und würden wir wohl bey der krummlinichten Bewegung einer solchen subtilen Materie, wie sich des Cartes und Hugenius einbildet sehr viel gewinnen? wir wissen daß keine krummlinichte Bewegung geschehen kan, ohne daß beyde Centralkräfte vorhanden sind (§.106.). Solchergestalt müste diese subtile Materie eine Centripetalkraft besitzen, welche gegen den Mittelpunct der Erde gerichtet wäre, das heist sie würde selbst schwer seyn müssen (§.119.), welches

ches doch die Vertheidiger dieser Meynung so sehr zu vermeiden suchen, denn sie sehen zum voraus daß man so neugierig seyn würde, sie zu fragen, woher die Schwere der schwermachenden Materie entstanden sey.

§. 131. Man hat durch richtige Versuche mit den Perpendickeln ausgemacht, daß ein schwerer Cörper, in einem Raume, da seiner Bewegung kein mercklicher Widerstand geschiehet, in der ersten Secunde 15 pariser Schuh 1 Zoll $2\frac{1}{18}$ Linien hoch herunter falle. Daher fällt er in der andern Secunde dreymahl so tief (§. 130.), und also 45 Schuh 3 Zoll $6\frac{1}{18}$ Linien, und in der dritten Secunde 5 miahl so tief, folglich 75 Schuh 5 Zoll $10\frac{5}{18}$ Linien u. s. w. Daß aber der Fall der schweren Cörper dergestalt müsse beschleuniget werden, daß bey dieser Bewegung die Raume eben so, wie die ungeraden Zahlen wachsen, läst sich folgender Gestalt erweisen. Weil ein schwerer Cörper alle Augenblick einen neuen Grad der Geschwindigkeit bekömmt: so verhalten sich seine Geschwindigkeiten wie die Zeiten, in welchen er gefallen ist. Er hat demnach eine noch einmahl so grosse Geschwindigkeit, wenn er noch einmahl so lange gefallen ist, und eine dreyfache, wenn er dreymahl so lange gefallen ist, u. s. w. Wenn wir also dieses als gewiß voraussetzen können: so theile man die Seite

Wird durch die Erfahrung genauer bestätiget, und aus seinen Gründen erwiesen.

Tab. III. Fig. 33. AB des rechtwincklichten Trianguls ABC in etliche gleiche Theile: so können dieselben gleich grosse Theile der Zeit vorstellen, in welcher der Cörper gefallen ist. Man ziehe die Linien 1 d, 2 e, 3 f, 4 g, mit der Grundlinie AC parallel: so verhalten sich diese Linien 1 d, 2 e, 3 f, u. s. w. wie die Linien B 1, B 2, B 3 (§. 149. Geom.), das ist sie verhälten sich wie die Zeiten der Bewegung. Da sich nun die Geschwindigkeiten gleichfals wie die Zeiten verhalten: so können diese Linien 1 d, 2 e, 3 f, die Geschwindigkeiten des fallenden Cörpers vorstellen. Solchergestalt ist 1 d die Geschwindigkeit des Cörpers im ersten Augenblick, 2 e die Geschwindigkeit im andern, und 3 f die Geschwindigkeit im dritten Augenblick seiner Bewegung. Weil man nun den Raum findet, wenn man die Zeit mit der Geschwindigkeit multipliciret (§. 44.): so verhält sich der Raum, welchen der Cörper im ersten Augenblicke zurückelegt, zu dem Raume, durch welchen er in vier Augenblicken herunterfällt, wie das Product aus der Linie B 1 in die Linie, d 1 zu dem Producte aus B 4 in 4 g. Wenn man die Linie B 1 mit der Linie 1 d multipliciret: so bekömmt man das parallelogrammum B 1 dK. Multiplicirt man aber die Linie

Digitized by Google

nie B4 mit der Linie 4g: so kömmt das parallelogrammum B4gH heraus. Derowegen verhält sich der Raum, welchen der Cörper im ersten Augenblicke durchläuft zu dem Raume, durch welchen er sich in den ersten vier Augenblicken bewegt, wie das parallelogrammum B1dK zu dem parallelogrammo B4gH. Weil der Triangel B1d die Helfte von dem parallelogrammo B1dK, und der Triangel B4g die Helfte von dem parallelogrammo B4gH ist: so verhält sich das parallelogrammum B1dK zu dem parallelogrammo B4gH, wie der Triangel B1d zum Triangel B4g. Der Triangel B1d verhält sich zum Triangel B4g, wie das Quadrat der Linie B1 zu dem Quadrate der Linie B4. Die Linien B1 und B4 sind die Zeiten der Bewegung. Also verhalten sich die Raume, durch welche ein schwerer Cörper herunter fällt, als wie die Quadrate der Zeiten, von Anfang der Bewegung an gerechnet.

§. 132. Weil der Triangel B1d den Raum vorstellet, welchen der Cörper im ersten Augenblicke seiner Bewegung durchläufft: weil ferner der Triangel B2e der Raum ist, welchen der Cörper in den zwey ersten Augenblicken zurücke legt: so muß man den Triangel B1d

Wie der Fall der schweren Cörper beschaffen sey.

Tab. III. Fig. 33.

von dem Triangel B2e hinwegnehmen, wenn man zu wissen verlanget, wie groß der Raum sey, welchen der fallende Cörper im andern Augenblicke seiner Bewegung durchläuft. Wenn man den Triangul B1d von dem Triangel B2e hinwegnimmt: so bleibet das Trapezium 12ed übrig. Der Augenschein lehret, daß dieses Trapezium dreymahl grösser sey als der Triangel B1d. Derowegen muß der fallende Cörper im andern Augenblicke dreymahl mehr Raum zurücke legen, als im ersten. Eben so ist klar, daß das Trapezium 23fe den Raum ausdrücke, durch welchen sich der Cörper im dritten Augenblicke bewegt. Da nun das Trapezium 25fe den Triangul B1d5 mahl in sich begreiffet, und also 5 mahl grösser ist, als dieser Triangul: so muß auch ein schwerer Cörper im dritten Augenblicke seiner Bewegung 5 mahl weiter herunter fallen, als er im ersten Augenblicke gefallen ist. Solchergestalt wird man nicht zweiffeln, daß die Raume bey dem Falle der schweren Cörper eben so als wie die ungeraden Zahlen zunehmen. Wir haben es dem Galiläus zu verdancken, daß uns diese Gesetze schwerer Cörper bekant sind. Er hat dabey das Glück gehabt, daß diese Wahrheiten von der gantzen Welt

mit

mit einem allgemeinen Beyfalle aufgenommen worden sind. Damit er nun seiner Sache desto gewisser seyn mögte, so suchte er solches nicht nur durch Vernunftschlüsse, sondern auch durch die Erfahrung auszumachen. Er nahm eine hölzerne mit Leder ausgefürterte Rinne, legte sie dergestalt, daß sie mit dem Horizonte einen schiefen Winckel macht, und legte oben eine recht glatt polirte kupferne Kugel hinein. Solchergestalt fand er daß sich bey dem Herunterlauffen derselben die Raume wie die Quadrate der Zeiten verhielten. Er erwehlte aber darum eine schiefliegende Fläche, weil die Bewegung darauf langsamer geschieht, und also leichter, als wenn ein Cörper frey fällt, wahrgenommen werden kan.

§. 133. Wenn ein Cörper, der in der Zeit AB gefallen wäre, aufhörete seine Bewegung zu beschleunigen. und dieselbe mit der durch den Fall erlangten Geschwindigkeit AC auf eine gleichförmige Art fortsetzte: so wäre seine Geschwindigkeit ⊐ AC, und seine Zeit ⊐ AD ⊐ AB. Folglich der Raum, welchen er zurücke legen würde ⊐ ADEC (§. 44.). Weil nun ADEC noch einmahl so groß ist als der Triangul BAC (§. 120. Geom.): so würde sich dieser Cörper

Tab. III. Fig. 33.

Was erfolgt, wenn die Bewegung eines fallenden Cörpers nicht weiter beschleuniget wird.

per in derselbigen Zeit, in welcher er einen gewissen Grad der Geschwindigkeit durch Fallen erlanget hätte, durch einen noch einmahl so grossen Raum bewegen, wenn er seine Bewegung mit einer gleichförmiger Geschwindigkeit fortsetzen solte.

Bey dem Falle verhalten sich die Höhen wie die Quadrate der Geschwindigkeit.

§. 134. Weil sich die Höhen, durch welche die schwere Cörper herunterfallen, wie die Quadrate der Zeiten, die Zeiten aber wie die Geschwindigkeiten verhalten (§. 131.): so müssen die Quadrate der Geschwindigkeiten denen Höhen proportional seyn, durch welche die Cörper herunter gefallen sind. Und derowegen müssen sich ferner die Geschwindigkeiten, welche die Cörper durch Fallen bekommen, wie die Quadratwurtzeln der Raume verhalten. Wenn demnach ein Cörper A 9 mahl höher herunter fällt als ein anderer B: so verhält sich seine Geschwindigkeit zu der Geschwindigkeit des andern wie $\sqrt{9}$ zu $\sqrt{1}$. das ist, wie 3 zu 1. Hieraus folget, es habe ein Cörper 2 mahl so viel Geschwindigkeit, wenn er 4 mahl, 3 mahl so viel Geschwindigkeit, wenn er 9 mahl, und 4 mal so viel Geschwindigkeit, wenn er 16 mahl so hoch herunter gefallen ist.

Alles dieses gilt auch bey dem Herunter-

§. 135. Wenn ein Cörper auf einer schiefliegenden Fläche herumter läufft: so muß seine Bewegung ebenfals auf eine gleichförmige Art beschleunigt werden. Er muß also im andern

dern Augenblicke 3, im dritten 5 und im vierten 7 mahl mehr Raum zurücke legen, als im ersten Augenblicke. Denn was ist das Herunterlauffen auf einer schiefliegenden Fläche anders, als ein beständiges Fallen? lauffen auf einer schiefliegenden Fläche.

§. 136. Weil der Fall der schweren Cörper eine lebendige Kraft in ihnen hervorbringt: so müssen sich die Kräfte eines fallenden Cörpers, wie die Quadrate seiner Geschwindigkeit verhalten (§. 85.). Nun verhalten sich aber die Quadrate der Geschwindigkeit der fallenden Cörper, wie die Höhen, durch welche sie herunter gefallen sind (§. 134.). Derowegen müssen die Kräfte eines fallenden Cörpers denen Höhen durch welche er gefallen ist, proportional seyn. Solchergestalt stöst ein Cörper noch einmahl so starck an einen andern an, wenn er noch einmahl so hoch herunter gefallen ist, und dreymahl so starck, wenn er dreymahl so hoch gefallen ist. Wir haben hierinnen wiederum die Erfahrung auf unserer Seiten. Denn wenn man eine bleyerne Kugel aus einer Höhe von 6 Schuhen auf weichen Thon fallen läst: so macht sie eine Grube in denselben, und weil sie völlig zur Ruhe gebracht wird: so kan man die in den Thon gemachte Grube vor die gantze Würckung der Kugel annehmen. Man lasse diese Kugel aus der doppelten Höhe, und also 12 Schuh hoch herunter fallen: so wird sie eine noch einmahl so grosse Grube in den Thon machen Die Kräfte der fallenden Cörper sind denen Höhen proportional.

igitized by Google

machen. Weil nun noch einmahl so viel Kraft erfodert wird, eine noch einmahl so grosse Grube in den weichen Thon zu drücken: so hat die Kugel noch einmahl so viel Gewalt, wenn sie aus der doppelten Höhe herunter gefallen ist. Und weil sie eine dreymal so grosse Grube macht, wenn man sie aus einer Höhe von 18 Schuhen fallen lässet: so muß sie dreymahl mehr Gewalt haben, wenn sie dreymahl so hoch herunterfällt. Solchergestalt bestätigt die Erfahrung, daß die Kräfte der fallenden Cörper denen Höhen proportional sind, aus welchen sie herunter gefallen sind. Verhalten sich aber diese Höhen wie die Quadrate der Geschwindigkeit (§. 134.): so wird man sich genöthigt sehen zuzugeben, daß auch die Gewalt eines fallenden Cörpers dem Quadrate seiner Geschwindigkeit proportional sey. Man wird ferner nicht leugnen können, daß ein fallender Cörper ein würcklich bewegter Cörper sey. Wird man also nicht hieraus den Schluß machen müssen, daß auch die Kräfte eines würcklich bewegten Cörpers dem Quadrate seiner Geschwindigkeit proportional sind? Es streitet demnach die Erfahrung beständig für die Leibnitzische Ausmessung der lebendigen Kräfte. Damit ich aber in dieser Sache desto sicherer gehen möchte: so habe ich dieses Experiment verschiedene mahl und auf verschiedene Art wiederholet. Ich habe nemlich aus einer

Höhe

Höhe von vier Schuhen, and wiederum aus einer Höhe von 8 Schuhen, eine bleyerne Kugel, welche ich mit Baumöhle bestrichen, damit sie nicht kleben bleiben mögte, in weichen Thon fallen lassen. Die von der Kugel gemachten Höhlen habe ich mit Wachs ausgegossen, und dieses abgewogen. Es wog das Wachs, welches die kleine Höhle erfüllete, 10 Gran, dasjenige aber, welches sich in der grössern Höhle befand, 20 Gran. Als ich dieses zu einer andern Zeit wiederholte: so wog das Wachs in der einen Höhle 13, in der andern aber 26 Gran. Weil nun das Wachs, welches die eine Höhle erfüllte, noch einmahl so viel wog, als das Wachs, welches man in der andern antraf: so muste die Kugel noch einmahl so viel Theile des Thons aus dem Wege gestossen haben, wie sie aus einer Höhe von 8 Schuhen herunter gefallen war, als da sie sich nur durch 4 Schuh bewegt hatte. Es erlellet demnach hieraus zur Gnüge, daß die Kräfte der Cörper den Höhen, aus welcher sie herunterfallen, proportional sind.

§. 137. Wenn man eine Kugel und einen Kegel von gleicher Schwere aus einerley Höhe herunterfallen läst; so werden die von beyden Cörpern in den Thon gedrückte Höhlen von einerley Innhalt seyn. Da nun beyde Cörper einerley Masse besitzen, wenn sie gleich schwer sind (§. 58.); da sie ferner gleiche

Bey der Gewalt kömmt es nicht auf die Figur eines Cörpers an.

che Geschwindigkeit haben, wenn sie aus einerley Höhe herunterfallen: so sind die Würckungen derer Cörper gleich groß, wenn sie gleiche Masse und Geschwindigkeit besitzen, sie mögen im übrigen der Figur nach von einander unterschieden seyn, wie sie immer wollen. Hier werden sich diejenigen ein wenig in acht nehmen müssen, welche sich überreden, es müsse ein Cörper eine spitzige Figur haben, wenn er in einen andern hineindringen, und eine grosse Gewalt äussern soll. Gewiß, wenn die Theilgen eines Cörpers auch noch so spitzig wären, sie hätten aber wenig Masse, und einen geringen Grad der Geschwindigkeit, ihre Würckung würde gantz ungemein klein seyn, und ihre spitzige Figur würde ihnen keine grössere Kraft mittheilen können.

Ein Cörper steigt mit einer gleichförmig aufgehaltenen Bewegung in die Höhe.

§. 138. Wenn ein Cörper in die Höhe geworffen wird: so würckt die Schwere seiner Bewegung entgegen. Da nun die einander entgegen gesetzte Kräfte einander verhindern: so muß die Schwere das Hinaufsteigen eben so verhindern, wie sie das Hinunterfallen befördert. Nun theilt aber die Schwere einem fallenden Cörper in gleicher Zeit gleich grosse Grade der Geschwindigkeit mit. Es wird demnach ein in die Höhe geworffener Cörper in gleicher Zeit gleiche Grade der Geschwindigkeit verliehren. Da nun solchergestalt seine Geschwindigkeit alle Augenblick

blicke geringer wird: so muß er mit einer gleichförmig aufgehaltenen Bewegung in die Höhe steigen (§. 116.).

§. 139. Es sey AC die Geschwindigkeit, mit welcher ein Cörper in die Höhe geworfen wird: so ist 4 g seine Geschwindigkeit im andern, 3 f im dritten, und 2 e im vierten Augenblick. Wenn er in dem Puncte B ist, so verschwindet seine Geschwindigkeit, und ist also = 0. Es stellet demnach der Triangel ABC den Raum vor, welchen der Cörper im Hinaufsteigen zurücke legt. Wäre der Cörper durch diesen Raum herunter gefallen, so hätte er dadurch die Geschwindigkeit AC erhalten. Derowegen muß ein in die Höhe geworffener Cörper so lange steigen, bis er auf eine solche Höhe gekommen ist, von welcher er durch Fallen den Grad der Geschwindigkeit erhalten hätte, mit welcher er in die Höhe geworffen wurde. Man schiesse nur eine Kugel aus einer Büchse die man in der Erde befestigt hat perpendicular in die Höhe; so wird man sich wundern, was sie für eine Gewalt hat, wenn sie wieder herunter fällt. Indem sie in die auf die Erde gelegte Breter beynahe eben so tief hinein fährt als wenn sie mit der Büchse hineingeschossen wäre. Ich sage mit Fleiß: die Kugel werde bey nahe eben die Gewalt haben wenn sie wieder herunter fällt weil ihr etwas von ihrer Kraft durch den Widerstand der Luft benommen wird.

Ein Cörper steigt eben so hoch wie er gefallen ist. Tab. III. Fig. 33.

§. 140.

Wie die Bewegung eines Perpendiculs geschehe.

§. 140. Wenn also ein Cörper auf einer geradelinichten oder krummlinichten Fläche heruntergelauffen ist: so kan er mit der durch Fallen erlangten Geschwindigkeit, in einer geraden oder krummen Linie eben so hoch wieder hinaufsteigen (§. 139.). Nun können wir urtheilen, warum ein an einem Faden befestigtes Gewicht B, welches man einen Perpendicul (pendulum) zu nennen pflegt, durch den Bogen dE in die Höhe steige, nach dem es vorher durch den Bogen Bd niedergesuncken. Denn dieses Gewicht erhält durch die Bewegung in den Bogen Bd so viel Geschwindigkeit, als es durch den Fall von der Höhe c d hätte bekommen können, und mit dieser durch den Fall erlangten Geschwindigkeit muß es auf der andern Seite durch den Bogen dE eben so hoch wieder hinaufsteigen. Hieraus ist nun leicht zu schlieſſen, daß es aufs neue durch den Bogen E d niedersincken, und mit dieser durch den Fall erlangten Geschwindigkeit aus d in B hinaufsteigen müsse. Diese Bewegung des Perpendiculs würde, vermöge des ersten Gesetzes der Bewegung, in Ewigkeit fortdauren, wenn man nur machen könte, daß sich der Faden in A, wo er befestiget ist, nicht riebe, und daß die Luft der Bewegung des Gewichtes B nicht widerstünde.

Tab. III. Fig. 34.

Wenn ein schwerer

§. 141. Wenn ein schwerer Cörper A in der Horizontallinie AB, oder auch in einer

einer andern fortgeworffen wird: so solte er in gleichen Theilen der Zeit die Linien A 1, 1 2; 2 3, 3 B durchlauffen. Weil ihn aber die Schwere nach der Direction Ag niederwärts treibt: so nöthigt sie ihn sich in der Diagonallinie A 1 zu bewegen (§. 45.). Wäre der Cörper nicht schwer gewesen: so würde er sich im andern Augenblicke seiner Bewegung in dem Puncte 2 befunden haben (§. 24.). Wie nun aber die Schwere verursachte, daß er im ersten Augenblicke seiner Bewegung durch die Linie 1. 1. niedergesuncken: so wird er nach Verlauff zweyer Augenblicke viermahl tieffer gesuncken seyn müssen. Er muß sich also keinesweges in dem Puncte 2 befinden, sondern er muß vielmehr im Puncte 4 anzutreffen seyn (§. 130.). Eben so ist klar, daß dieser Cörper nach Verlauf dreyer Augenblicke nicht in dem Puncte 3, sondern vielmehr in dem Puncte 9 seyn müsse, weil ihn die Schwere nach 3 Augenblicken durch einen 9 mahl grössern Raum herunter treibt, als sie ihn in dem ersten Augenblicke getrieben hatte. Es müssen sich ja jederzeit die Raume, durch welche die Cörper herunter fallen, als wie die Quadrate der Zeiten, verhalten. Wer sieht nun nicht, daß die Schwere den Cörper

Cörper sich in der Parabel bewegt.

Tab. III. Fig. 35. Fig. 36.

per A nöthige, seine Direction alle Augenblick zu verändern? Er wird demnach eine krumme Linie beschreiben, welche durch die Puncte 1, 4, 9, 16 durchgehet. Weil sich die Linie 2, 4. zu der Linie 3, 9, verhält, wie 4 zu 9; weil sich ferner das Quadrat der Linie A 2 zu dem Quadrate der Linie A 3 gleichfals verhält wie 4 zu 9: so verhält sich die Linie 2, 4, zu der Linie 3, 9, wie das Quadrat der Linie A 2 zu dem Quadrate der Linie A 3. Es sey A 2 = f 4 = y, und A 3 = e, 9 = v. Es sey ferner 2, 4 = Af = x und 3, 9 = Ae = z: so ist $y^2 : v^2 = x : z$: Derowegen ist AD eine krumme Linie, in welcher sich die Abscissen verhalten wie die Quadrate der Semiordinaten, und folglich eine Parabel. Verlanget man es zu sehen, wie ein schwerer Cörper eine Parabel beschreibe: so kan man es durch folgenden Versuch bestätigen. Man beschreibe auf ein Papier eine Parabel, und lasse eine Fontaine daneben springen: so wird man wahrnehmen, daß das springende Wasser die Direction der auf dem Papier beschriebenen Parabel halte. Auf diesem Grunde beruhet das Bombenwerffen, und das Schiessen aus dem groben Geschütze. Canonenkugeln und Bomben beschreiben eine ziemlich richtige Parabel: weil in Ansehung ihrer grossen Gewalt der Widerstand der Luft

vor

vor nichts zu achten ist. Allein, bey andern Cörpern wird dieser Widerstand mercklich, und macht einige Veränderung in ihrer Bewegung. Wir müssen also noch mit wenigen sehen, was der Widerstand einer flüßigen Materie, darinnen sich ein Cörper befindet, für Veränderungen in seiner Bewegung hervorzubringen vermögend sey.

Von dem Widerstande der flüßigen Materie, darinnen sich ein Cörper bewegt, welcher von dem Zusammenhängen der Theilche herrühret.

§. 142. Kein Cörper kan sich in einer flüßigen Materie bewegen, wenn er nicht die Theilgen derselben von einander trennt. Wie nun solchergestalt der Widerstand desto gröſſer ist, je stärcker die Theilgen einer flüßigen Materie zusammen hängen: so muß dieser Widerstand ferner der Anzahl der Theile proportional seyn, die da müssen von einander getrennet werden. Je weiter sich nun ein Cörper in der flüßigen Materie bewegt, desto mehrere Theile derselben muß er von einander trennen. Es ist demnach der Widerstand, welcher von dem Zusammenhängen der Theile der flüßigen Materie herrühret, dem Raume proportional, welchen der Cörper durchläufft. Da sich nun der Raum, welchen ein Cörper in jedem Augenblicke durchläufft, eben so wie seine Geschwindigkeit verhält (§. 42.); Denn wer wolte zweifeln, daß ein Cörper, der sich alle Augenblick durch einen doppelten oder dreyfachen Raum bewegt, eine doppelte oder dreyfache Geschwindigkeit habe? so ist der von dem Zusammenhängen der Theilgen

einer flüßigen Materie herrührende Widerstand der Geschwindigkeit des bewegten Cörpers proportional.

Von dem Widerstande welchen die Trägheit der flüßigen Materie verursachet.

§. 143. Es ist aber noch ein anderer Widerstand der flüßigen Materie vorhanden, welcher von ihrer Trägheit herrühret. Vermöge derselben widersteht sie der Bewegung eines Cörpers eben so starck, als dieser in sie würcket (§. 36.); und weil die Würckung eines solchen bewegten Cörpers dem Quadrate seiner Geschwindigkeit proportional ist (§. 85.): so wird der Widerstand, welcher von der Trägheit der flüßigen Materie herrühret, sich ebenfalls wie das Quadrat dieser Geschwindigkeit verhalten müssen. Solchergestalt widersteht die flüßige Materie der Bewegung eines Cörpers viermahl stärcker, wenn er sich zweymahl so geschwinde beweget; ihr Widerstand ist 9 mahl so groß, wenn ein bewegter Cörper dreymahl so viel Geschwindigkeit hat; er ist hundertmahl grösser, wenn der bewegte Cörper 10 Grade Geschwindigkeit besitzt.

Der Widerstand ist der Oberfläche eines Cörpers proportional.

§. 144. Wenn ein Cörper eine sehr grosse Oberfläche hat; so muß er viele Theile der flüßigen Materie, in welcher er sich bewegt, aus dem Wege und vor sich her stossen. Es muß demnach der Widerstand desto grösser seyn, je grösser die Oberfläche des Cörpers ist. Da sich nun die Flächen ähnlicher Cörper wie die Quadrate der gleichnahmigen Sei-

igitized by Googl

Seiten, oder wie die Quadrate ihrer Diameter verhalten; so muß auch der Widerstand, welchen Cörper von verschiedener Grösse in einer flüßigen Materie erdulden, denen Quadraten ihrer Diameter proportional seyn. Es hat also eine Kugel, welche im Diameter noch einmahl so groß ist, als eine andere, einen viermahl grössern Widerstand zu überwinden. Je grösser aber dieser Widerstand ist, desto langsamer erfolgt die Bewegung. Was ist es also Wunder, daß eine pappierene Kugel in der Luft langsamer zu Boden fällt als eine bleyerne, ohnerachtet beyde von gleicher Schwere sind, und aus einerley Höhe herunterfallen? Die pappierene Kugel ist viel grösser, als die bleyerne. Es wird also auch der ersteren mehr von der Luft widerstanden als der letzteren. Würde aber der Widerstand der Luft hinweg genommen, so haben wir bereits oben (§. 57.) dargethan, daß beyde Cörper in gleicher Zeit zu Boden fallen würden. Ich habe eine Maschine erfunden, welche sehr simpel ist, und vermittelst welcher man dieses Experiment, nachdem die Luft einmahl aus dem Recipienten ausgepumpt worden viermahl hinter einander machen kan. Auf einen gläsernen cylindrischen Recipienten Tab. XI. der an beyden Enden offen ist, wird oben ein Fig. 1. meßingener Teller GF und ein nasses Leder darzwischen gelegt, ABS ist eine meßingene Stange die man darinnen auf und nieder be-

wegen kan, ohne daß Luft in den Recipienten kommen kan. Wie man dieses machen könne ist bekannt. An dieser Stange befindet sich unten eine andre RSQ in ECIH aber sind elastische und krum gebogene Federn von Stahl eingeschraubt, die, die Figur KLMN haben deren eine aber immer länger ist als die andre die Stange RQ gehet durch sie alle hindurch, wenn man sie nun unten mit den Fingern von einander zieht, so kan man etwas darzwischen stecken, welches sie fassen und feste halten, pumpet man alsdenn die Luft aus, und stößt die Stange ABS gantz langsam nieder, so wird die Stange RQ erstlich die Feder K öfnen, daß sie dasjenige was dainnnen eingeklemmt war herunter fallen läst. Wenn man sie noch weiter herunter stöst, so wird sich die Feder L hernachmahls M und zuletzt N aufthun. Eben so leichte ist es zu begreiffen warum eine bleyerne Kugel welche mit einer höltzernen gleiche Grösse hat geschwinder als die höltzerne in der Luft zu Boden fällt. Denn ohnerachtet beyde einen gleich grossen Widerstand zu überwinden haben: so verrichtet doch die bleyerne Kugel solches mit einer grössern Gewalt als die höltzerne. Aber wenn man zwey Cörper von einerley Art doch von verschiedener Grösse fallen liesse welcher würde alsdenn wohl am ersten zu Boden kommen? Die Erfahrung lehrt daß der gröste seinen Fall am geschwindesten verrichte. Denn ohnerach-

achtet er eine grössere Oberfläche hat als der kleinerne so wächst ihm doch an der Schwere viel mehr zu als dieses ausmacht. Das macht der cörperliche Jnhalt ist dem Cubo die Oberfläche aber nur dem Quadrate des Diameters proportional. Bildet euch nur zwey Würffel A und B ein. Die Seite des Würffels A sey = a, die Seite des Würffels B = b: so ist die Oberfläche des erstern = 6aa, und die Oberfläche des andern = 6bb, der cörperliche Jnhalt des erstern = a^3, des andern = b^3. Derowegen verhalten sich die Oberflächen der gedachten Cörper zu ihren Jnhalte wie $\frac{6aa}{a^3}$ zu $\frac{6bb}{b^3}$, das ist wie $\frac{1}{a}$ zu $\frac{1}{b}$ = b: a.

Das 4. Capitel

Von dem Drucke der flüßigen Materie.

§. 145.

Wenn zwey Cörper einander berühren, und es wird eine grössere Kraft erfodert, diese Cörper von einander zu trennen, als sonst nöthig wäre, sie zu bewegen, wenn sie schon von einander abgesondert wären: so sagt man, daß die beyden Cörper zusammenhängen. Was man durch das Zusammenhängen versteht.

Was ein flüßiger Cörper ist.

§. 146. Ein Cörper ist flüßig wenn er aus vielen kleinen Theilgen zusammengesetzt ist, die man einzeln nicht wahrnehmen kan, und welche sehr schlecht unter einander zusammenhängen, dergestalt daß aufs höchste die Schwere von so viel Theilen, als den Raum einer Erbse erfüllen können, so groß ist als die Kraft mit welcher die Theilgen zusammenhängen, Denn daß die Theilgen einer flüßigen Materie gantz ungemein kleine seyn müssen, können wir daraus schliessen, daß man sie auch mit den besten Vergrösserungsgläsern nicht erblicken kan, und daß sie schlecht zusammenhängen sieht man daraus daß sie andere Cörper frey durch sich bewegen lassen. Wenn also ein fester Cörper in sehr kleinen Theilgen aufgelöst wird: so kan er flüßig werden. Eben dieses verrichtet unter andern das Feuer, wenn es die Cörper zerschmeltzt und flüßig macht. Wie nun ein Cörper flüßig wird, wenn das Zusammenhängen seiner Theile vermindert wird, so wird er hingegen feste, wenn man dieses Zusammenhängen vermehrt. An Exempeln fehlt es nicht, die dieses bestätigen; es sind ihrer so viel, daß man fast glauben solte, es bringe die Natur alle feste Cörper aus flüßigen hervor. Die härtesten Knochen nehmen ihren Ursprung aus einem flüßigen Nahrungssafte. Die Materie, dadurch die grösten Bäume aus der Erde hervorwachsen, liegt in dem Regenwasser

wasser verborgen. Und es wird sich unten von den Steinen und Mineralien eben dasselbe darthun lassen.

§. 147. Weil die Kraft zu drucken unter die todten Kräfte gehöret: so wird sich hierbey der flüßigen Materie dasjenige wieder anbringen lassen, was vorher von der todten Kraft erwiesen worden. Es sey die Röhre ABCD, aus welcher eine flüßige Materie in die Röhre EFG herüber kommen kan, viermahl weiter als die Röhre EFG: so ist klar, daß die flüßige Materie in der engen Röhre um vier Zoll steigen müsse, wenn sie in der Weiten einen Zoll tief hinuntersincket. Solchergestalt hat die flüßige Materie in der engen Röhre viermahl mehr Geschwindigkeit als in der weiten (§. 42.), und folglich verhält sich die Geschwindigkeit der flüßigen Materie in der Röhre ABCD zu der Geschwindigkeit derselben in der Röhre EFG, wie die Weite der Röhre EFG zu der Weite der Röhre ABCD. Es ist gar kein Zweifel, daß dieser Satz allgemein sey. Denn wenn das Wasser, welches den Cylinder ABCD erfüllet in die enge Röhre EF p o herüber gehen solte: so würden die beyden Cylinder ABCD und EF p o einander gleich seyn. Es müsten sich demnach ihre Höhen umgekehrt verhalten wie ihre Grundflächen (§. 14. Hydrost.), und weil die Geschwindigkeit der flüßigen Materie der Höhe proportional ist,

Wie sich die Geschwindigkeiten der flüßigen Materien verhalten.

Tab. III. Fig. 38.

Tab. III. Fig. 38.

durch welche sie in der einen Röhre fällt und in der andern steigt, indem diese beyde Bewegungen zu gleicher Zeit geschehen (§. 42.): so werden sich auch die Geschwindigkeiten der flüßigen Materie in beyden Röhren umgekehrt, als wie die Grundflächen oder Weiten dieser Röhren, verhalten müssen. Ist die Röhre EF hundertmahl enger als wie die Röhre ABCD: so hat auch die flüßige Materie in der erstern hundertmahl mehr Geschwindigkeit als in der letzteren. Man wird sich dabey gar keine Schwierigkeit machen, wenn man nur bedenckt, daß auch ruhende Cörper eine gewisse Geschwindigkeit haben können (§. 22.); Ist sie schon unendlich klein: so weiß man doch, daß auch bey denen Fluxionen eine Verhältniß statt hat.

In gleich weiten Röhren steht die fl. Mat. gleich hoch. Tab. III. Fig. 39.

§. 148. Wenn zwey Röhren, ABCD und CDEF von gleicher Weite mit einer flüßigen Materie erfüllet sind, und es steht dieselbe in der einen Röhre so hoch als wie in der andern: so hat die flüßige Materie in beyden Röhren nicht nur gleiche Geschwindigkeit (§. 147.), sondern es ist auch in der einen Röhre ABCD nicht mehr anzutreffen, als in der andern CDEF. Da nun solchergestalt die Masse und Geschwindigkeit der flüßigen Materie in beyden Röhren gleich groß ist: so druckt dieselbe in der einen Röhre ABCD so starck, als in der andern CDEF, wenn sie in beyden Röhren gleich hoch steht. Es muß

also in diesem Falle die flüßige Materie in wagerechtem Stande seyn (§. 63. 59.). Man sieht freylich keinen Grund, warum es in der einen Röhre höher stehen solte als in der andern, wenn die Röhren beyderseits gleich weit sind.

In Röhren von ungleicher Weite steht die flüßige Materie gleich hoch.

§. 149. Wenn gleich die Röhre ABCD weiter ist als die Röhre FG, so muß doch die flüßige Materie in der einen so hoch stehen wie in der andern. Befindet sich das Wasser in der weiten Röhre in hi: so wird es in der engen in k anzutreffen seyn. Es ist wohl wahr, daß viermahl mehr flüßige Materie in der Röhre ABCD anzutreffen ist, als in der Röhre FG, wenn die erstere viermahl weiter ist als die andere; allein hat sie nicht in der Röhre FG viermahl mehr Geschwindigkeit (§. 147.), und hat man nicht auf Masse und Geschwindigkeit zugleich zu sehen, wenn man die Gewalt eines Cörpers bestimmen will (§. 56.)? Weil sich nun jederzeit die Masse der flüßigen Materie in der Röhre ABCD zu der Masse derjenigen, die sich in der Röhre FG befindet, verhält wie die Grundfläche des Cylinders ABCD zu der Grundfläche des Cylinders FG (§. 210. Geom.); weil sich ferner die Geschwindigkeit der flüßigen Materie in der weiten Röhre zu der Geschwindigkeit derselben in der engen verhält, wie die Grundfläche der engen Röhre FG zu der Grundfläche der weiten ABCD (§. 147.)

Tab. III. Fig. 38.

(§. 147); so sind die Massen und Geschwindigkeiten der flüßigen Materie einander umgekehrt proportional, die Kräfte sind einander gleich und entgegengesetzt (§. 62.). Muß also nicht der wagerechte Stand entstehen, wenn die flüßige Materie in der weiten Röhre so hoch steht wie in der engen?

Wie man mit weniger flüßigen Materie ein sehr grosses Gewichte aufheben könne.

§. 150. Weil das Wasser in der Röhre FG eben so starck drücket, als das Wasser in der Röhre ABCD (§. 149.): so muß der Druck des Wassers in der engen Röhre FG auch eben so eine grosse Würckung hervorbringen, als das Wasser in der Röhre ABCD. Da nun das Wasser, welches die Röhre ABCD erfüllt, durch seinen Druck einen ziemlich schweren Cörper würde in die Höhe gehoben haben; so wird man sich nicht wundern dürffen, wenn dergleichen Cörper durch den Druck des wenigen Wassers, das sich in der Röhre FG befindet, in die Höhe gehoben wird. Es läst sich dieses an dem anatomischen Heber des Herrn Cantzler Wolffens gantz deutlich zeigen. Denn wenn man den kurtzen aber weiten blechernen Cylinder abcd in ab, wo er offen ist, mit einer Blase zubindet, und die lange und enge Röhre fg mit Wasser erfüllet: so wird dieses wenige Wasser ein sehr schweres Gewichte, das man auf die Blase ab gelegt hat, in die Höhe heben. Das Wasser, welches die enge Röhre fg erfüllet, druckt eben so starck als

Tab. III. Fig. 38.

Tab. IV Fig. 40.

die

die Wassersäule h i c d drucken würde (§. 149.). Das Wasser in der kurtzen Röhre a b c d hält mit dem Wasser in der Röhre f e den wagerechten Stand (§. cit.). Derowegen muß das Wasser in der Röhre e g eben so starck drucken als die Wassersäule a b i h. Wenn also das Gewichte, welches man auf die Blase a b leget, noch nicht so schwer ist, als diese Wassersäule a b i h: so muß es durch den Druck des Wassers, das sich in der Röhre e g befindet, in die Höhe gehoben werden. Solchergestalt darf man nur die Schwere der Wassersäule a b i h, welche an dem Cylinder c d i h fehlet, ausrechnen, wenn man das Gewichte zu wissen verlanget, welches durch den Druck des Wassers in der engen Röhre e g in die Höhe gehoben werden kan. Dieser Versuch zeiget es deutlicher, was es mit dem Drucke der flüßigen Materien für eine Beschaffenheit habe, als der Versuch des Mariotte. Denn dieser hat in ein niedriges und breites Faß eine lange blecherne Röhre befestigt, und sie mit Wasser gefüllt, da er denn gefunden, daß das Wasser in der langen Röhre viele auf den Boden des Fasses gelegte Gewichte in die Höhe gehoben. Allein, weil eine grosse Kraft erfodert wird, dem Boden des Fasses eine erhabene Figur zu geben: so kan man das auf den Boden gelegte Gewicht nicht für den gantzen Druck des Wassers in der lan-

gen

gen Röhre, welcher viel stärcker muß gewesen seyn, annehmen.

Der Druck flüßiger Cörper ist in einer zusammengesetzten Verhältniß ihrer Höhen und Grundflächen.

§. 151. Das Wasser in der Röhre fg hält so wohl mit der Wassersäule hidc, als mit der Wassersäule kidm die Wage (§. 149.). Der Cylinder hidc verhält sich zu dem Cylinder kidm wie die Grundfläche des erstern dc zur Grundfläche des letztern dm. Derowegen ist der Druck der flüßigen Materie der Grundfläche proportional, welche diesem Drucke widerstehet. Es verhält sich aber auch der Druck einer flüßigen Materie als wie ihre Höhe. Denn das Wasser in der Röhre FG druckt eben so starck als die Wassersäule ABCD, und da aus einer gleichmäßigen Ursache das Wasser in der Röhre Fop so starck druckt als die Wassersäule CDRS (§. 149.): so verhält sich der Druck des Wassers in der Röhre FG zu dem Drucke des Wassers in der Röhre Fop, wie der Cylinder ABCD zu dem Cylinder CDRS. Beyde Cylinder, ABCD und CDRS, haben gleiche Grundfläche, und verhalten sich folglich wie ihre Höhen AC und RC. Es muß demnach der Druck der flüßigen Materie ebenfals der Höhe proportional seyn. Sie druckt also noch einmahl so starck, wenn sie noch einmahl so hoch steht. Und wie kan es anders seyn? die untersten Theilgen der flüßigen Materie werden von allen über ihnen stehenden gedruckt; steht nun die flüßige Materie noch

Tab. IV Fig. 40. Tab. III. Fig. 38.

ein-

einmahl so hoch: so werden die untersten Theilgen noch einmahl so starck gedruckt, und wenden folglich eine noch einmahl so starcke Bemühung an sich zu bewegen. Wenn nun solchergestalt alle Theilgen eines flüßigen Cörpers, welche gleiche Höhe haben, gleiche Gewalt zu drücken besitzen: so werden wir hieraus mit völliger Deutlichkeit begreiffen können, warum das Wasser in der engen Röhre FG mit dem Wasser in der weiten Röhre ABCD die Wage halten könne. Denn, wenn das Wasser in beyden Röhren gleich hoch stehet: so werden die Wassertheilgen bey D und F gleich starck gedruckt, und suchen sich also mit gleicher Gewalt gegen einander zu bewegen. Was kan aber aus solchen gleichen und entgegengesetzten Kräften anders, als die Ruhe und der wagerechte Stand erfolgen (§. 27. 59.)? Hieraus erhellet zur Gnüge, daß man bey dem Drucke einer flüßigen Materie bloß auf ihre Höhe, und auf die Grundfläche, welche ihrem Drucke widersteht, zu sehen habe. Es ist also dieser Druck in einer zusammengesetzten Verhältniß der Höhen und Grundflächen. Hat aber dieses seine Richtigkeit: so werden wir daraus den Schluß machen, daß auch in zweyen Röhren, deren eine efdc schief, die andere abcd aber gerade stehet, die flüßige Materie gleich hoch stehen müsse. Doch kan man dieses auch auf eine andere Art erwei-

Tab. III. Fig. 38.

Tab. IV Fig. 42.

weisen, wobey der folgende Satz zum Grunde liegt.

Wie groß die Geschwindigkeit eines Cörpers auf einer schiefliegenden Fläche sey.

§. 152. Wenn zwey Cörper A und B davon der eine B auf einer schiefliegenden Fläche liegt, der andere A aber frey herunter hängt, vermittelst eines Fadens der über eine Rolle gezogen ist, mit einander verknüpft werden: so würde der Cörper B die Linie Bd = AC durchlauffen müssen, wenn der Cörper A aus A in C herunter sincken solte. Wenn sich der Cörper B durch die Linie Bd bewegt hätte: so wäre er nur durch die Linie e d hinauf gestiegen. Man beurtheilet ja allemahl die Höhe nach einer Linie, welche auf dem Horizonte perpendicular steht. Es verhält sich also die Geschwindigkeit, mit welcher der Cörper A niedersincket, zu der Geschwindigkeit, mit welcher der Cörper B in die Höhe steigt, wie die Linie AC zu der Linie de. Denn beyde Bewegungen geschehen in gleicher Zeit, alsdenn aber verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Raume (§. 42.). Weil nun AC = Bd: so verhält sich die Geschwindigkeit des Cörpers A im Niedersincken zu der Geschwindigkeit des andern B im Hinaufsteigen, wie Bd zu de; und weil Bd: de = BA: AC; so verhält sich die Geschwindigkeit des nie-

Tab. IV Fig. 41.

der-

dersinckenden Cörpers A zu der Geschwindigkeit des hinaufsteigenden B, wie die Linie AB zu der Linie AC. Sollen nun beyde Cörper einander im Gleichgewichte erhalten: so wird sich die Masse des Cörpers A zu der Masse des andern B, wie die Linie AC zu der Linie AB verhalten müssen (§. 59. 62.).

§. 153. Wenn zwey Röhren, abcd und cdfe, mit einer flüßigen Materie erfüllet sind, und es steht dieselbige in beyden Röhren gleich hoch: so verhält sich die Geschwindigkeit in der Röhre abcd zu der Geschwindigkeit in der Röhre cdef wie fc zu ac (§. 152.). Da sich nun ferner die Masse der flüßigen Materie in der Röhre abcd zu der Masse in der Röhre cdef verhält, wie ac zu cf: so sind die Massen denen Geschwindigkeiten umgekehrt proportional, und folglich die Kräfte gleich (§. 62.). Da sie nun überdem einander entgegen gesetzt sind: so muß der wagerechte Stand erfolgen, wenn die flüßige Materie in beyden Röhren, gleich hoch steht (§. 27. 59.). Nichts ist leichter, als alles dieses in Erfahrung zu bringen. Man darf sich nur gläserne Röhren verfertigen lassen, und sie mit Wasser oder Queckſilber erfüllen: so wird man alles dieses so, und nicht anders befin-

Die flüßige Materie steht gleich hoch, wenn die eine Röhre gerade und die andere schief ist. Tab. IV Fig. 42.

den. Ja man wird finden, daß die flüßige Materie in zwey Röhren gleiche Höhe behält, die Röhren mögen so krumm gebogen seyn, wie sie wollen. Und dieses wird uns nicht befremden, da wir wissen, daß der Druck nicht der Menge, sondern der Höhe der flüßigen Materie proportional sey. Man wird sich indessen inacht nehmen müssen, daß man sich nicht einbilde, es wären dieses Gedancken, welche bey Erklärung der Begebenheit der Natur und Kunst fruchtlos und von keinem erheblichen Nutzen wären. Die Erfahrung zeigt das Gegentheil. Jetzo aber lasse ich mir begnügen, nur ein eintziges Exempel davon anzuführen. Wir finden in der That, daß sich in dem Erdboden unterirdische Gänge befinden, welche mit Wasser erfüllet sind. Bedencken wir dieses: so werden wir zugeben, es müsse das Wasser in diesen unterirdischen Canälen immer gleich hoch stehen, wenn es nur nicht gehindert wird. Und nun wird es leicht seyn, den Grund von derjenigen Begebenheit anzuzeigen welche uns Derham erzehlet. Er schreibt nemlich: als man in Esser 50 Schuh tief gegraben, so habe der Mann unten im Brunnen wahrgenommen, daß das leimichte Erdreich sich ein wenig erhoben, und Wasser von sich gegeben hätte: als er nun mit dem Fusse auf den Ort gestampffet, um dadurch das Wasser zu dämpffen, sey dasselbe so gewaltsam und jählings her-

hervor gebrochen, daß ehe er noch in den Eymer, darinnen er hinabgelassen worden, kommen können, er schon über den halben Leib im Wasser gestanden, welches in kurtzer Zeit bis 17 Schuh hoch, hernach aber weiter nicht angewachsen ist. Man hätte sich hierauf öfters viel Mühe gegeben, den Brunnen auszuschöpffen, daß sie mit der Arbeit fortfahren könten. Allein es wäre solches vergebens gewesen, und man habe es nur so müssen bleiben lassen.

Die Oberfläche der flüßigen Materie muß horizontal seyn.

§. 154. Man wird ferner aus dem, was von dem Drucke der flüßigen Materien erwiesen worden, den Schluß machen können, es müsse die Oberfläche einer flüßigen Materie jederzeit horizontal seyn. Denn man kan sich allenthalben in der flüßigen Materie Röhren einbilden, welche mit einander Gemeinschaft haben. Nun haben wir gesehen, daß die flüßige Materie in der einen Röhre so hoch stehen müsse wie in der andern. Derowegen müssen auch alle Theile auf der Oberfläche der flüßigen Materie gleich hoch erhaben, und also in der Horizontallinie seyn. Man setze: es stünde ein Theil eines flüßigen Cörpers in BF höher, als an den übrigen Orten: so wird derselbe, vermöge seiner Schwere, nach der Direction BA niederzusincken suchen. Diese Bewegung ist aus denen beyden Kräften BE und BD zusammengesetzt (§. 45.), der Kraft BE wird wider-

Tab. IV Fig. 43.

ſtanden, keinesweges aber der Kraft BD. Wird ihr aber nicht widerſtanden; ſo muß die Bewegung nach dieſer Direction erfolgen. Wenn es nun alſo ausgemacht iſt, daß kein Theil einer flüßigen Materie höher ſtehen könne als der andere: ſo muß ein jeder Theil eines flüßigen Cörpers von den umſtehenden eben ſo ſtarck in die Höhe gedruckt werden, als es vermöge ſeiner Schwere niederzuſincken ſuchet. Hieraus aber folgt, daß ein Cörper flüßig ſeyn könne, deſſen Theile vollkommen neben einander ruhen. Und man wird alſo nicht behaupten können, daß die Flüßigkeit in der innerlichen Bewegung der Theile zu ſetzen ſey. Es iſt wohl wahr, daß ſich die Theile einer flüßigen Materie leicht in Bewegung ſetzen laſſen, aber daß dergleichen Bewegung würcklich bey ihnen angetroffen wird, iſt allerdings etwas zufälliges. Warum fällt denn Staub und Sand in einem ruhenden Waſſer zu Boden, wenn ſeine Theile in einer beſtändigen Bewegung ſind? Hieraus aber iſt keinesweges zu ſchlieſſen, daß ein flüßiger Cörper nicht nach allen Gegenden drücken ſolte. Denn weil ein jedes Theilgen von allen umſtehenden gedruckt wird: ſo erhält es dadurch eine Kraft, ſich nach allen Gegenden mit gleicher Geſchwindigkeit zu bewegen, und dieſe beſtändige Bemühung, ſich nach allen Gegenden mit gleicher Geſchwindigkeit zu bewegen, iſt eben die Urſache

Digitized by Google

che, warum es sich nicht bewegt (§. 27.). Daß aber flüßige Cörper in der That eine Kraft besitzen, vermöge welcher sie nach allen Gegenden gleich starck drücken, können wir in Erfahrung bringen, wenn man auf verschiedene Art gebogene gläserne Röhren in das Wasser steckt. Denn weil das Wasser die Röhre erfüllet, ihre Direction mag beschaffen seyn wie sie will: so muß es nach einer jeden Direction gleich starck drücken.

§. 155. Ohnerachtet also eine flüßige Materie nach einer jeden Direction druckt: so ist dennoch dieser Druck ihrer Höhe jederzeit proportional. Es sey ein cubisches Gefäß mit Wasser erfüllt. Man stelle sich die Höhe dieses Gefässes unter der Linie ab, die Breite der Grundfläche aber unter der Linie bc vor: so verhält sich der Druck des Wassers in der Höhe f zum Druck desselben in der Grundfläche bc wie af zu ab. Und weil af: ab = fg: bc; so stellt die Linie fg den Druck des Wassers in der Höhe af, und bc den Druck des Wassers unter der Höhe ab vor. Derowegen geben die Linien gf, ih, lk, nm, und cb den Druck des Wassers gegen jeden Punct der Perpendicularfläche ab. Es muß sich also der Druck des Wassers gegen die eine Perpendicularfläche des Würffels zum Drucke gegen die Grundfläche verhalten, wie der Triangel abc zum Quadrate bcde. Der Trianget

Der Druck flüßiger Materien gegen das Gefässe, darinnen sie sind, wird bestimmet. Tab. IV. Fig. 45.

a b c ist die Helfte von dem Quadrate b c d e. Es drucket demnach das Wasser noch einmahl so starck gegen den Boden, als gegen eine perpendiculare Seitenfläche des Würffels. Weil aber der Würffel von vier solchen Seitenflächen eingeschlossen wird: so verhält sich der Druck des Wassers gegen alle diese vier Flächen zusammen genommen, zum Drucke gegen die Grundfläche allein, wie 4 zu 2; und folglich druckt es gegen alle vier Seitenflächen noch einmahl so starck, als gegen die Grundfläche allein. Ob nun gleich ein jeder Punct in der Grundfläche des Gefässes so starck gedruckt wird als der andere: so muß dennoch der Boden, wenn er beugsam ist, eine runde Gestalt annehmen, und einen Abschnitt von einer Kugel vorstellen. Denn man kan ihn als einen Hebel ansehn, dessen Ruhepunct in der Peripherie ist. Derowegen muß das Wasser in der Mitten des Bodens die gröste Würckung thun, indem es daselbst am weitesten vom Ruhepuncte entfernt ist (§. 61 66).

Warum das Wasser aus einer Röhre heraus springt. Tab. III Fig. 37.

§. 156. Wenn die Röhre a b c d mit einer flüßigen Materie, z. E. mit Wasser angefüllt ist: so solte das Wasser durch die Eröffnung c d herausspringen und bis in e wieder hinaufsteigen (§. 148.). Allein dieser Bewegung widersteht nicht nur die Luft, in so ferne das Wasser in seiner Bewegung an sie anstösset; sondern es verhindert auch das Zusam-

sammenhängen des Wassers mit der Röhre c d, daß es nicht die völlige Höhe erreichet; ja weil das Wesen der flüßigen Materien darinnen besteht, daß die Schwere eines Tröpfgens grösser ist als die Kraft, damit die Theilgen zusammen hängen: so zertheilet sich das heraussspringende Wasser in Tropfen, welche niederfallen, nachdem sie sich von einander abgesondert, ehe noch das Wasser bis auf den Punct e hinaufgestiegen. Da nun die Schwere des Wassers und der Widerstand der Luft nicht so groß ist, wenn die Eröffnung c d enge, als wenn sie weit ist: so muß das Wasser aus einer engen Eröffnung höher springen, als aus einer weiten. Doch darf die Eröffnung c d auch nicht gar zu enge seyn, weil sich sonst das Wasser allzu starck an die Röhre anhängt.

§. 157. Aus dem, was von dem wagerechten Stande erwiesen worden, läst sich der Ursprung von den Circeln in dem Wasser, die sich zeigen wenn ein Stein in das Wasser geworffen wird, herleiten. Denn weil die Wassersäule a, worauf der Stein fällt, stärcker gedruckt wird, als die umstehenden: so muß sie kürtzer werden. Geschicht dieses: so steigt das Wasser aus a in b und c in die Höhe; und weil solches rund um den Punct a herum geschicht: so entsteht der erste Circel, dessen Diameter noch gantz klein ist. Das Wasser kan in b und c nicht stehen

Wie die Circel auf dem Wasser entstehen. Tab. IV Fig. 44.

bleiben, sondern es muß nach d und e herabfliessen (§. 154.). Dieser Fall macht daß es wieder in f und g hinauf steiget. Solchergestalt wird ein neuer Circel erzeugt, der im Diameter grösser ist als der vorhergehende. Woraus sich denn leicht abnehmen läst, wie die übrigen entstehen müssen.

Was ein Cörper von schwererer und leichtererArt ist.

§. 158. Ein Cörper von schwererer Art ist derjenige, welcher unter einerley Grösse mit einem andern eine grössere Schwere besitzt. So ist z. E. das Gold von schwererer Art als das Holtz, weil ein Stück Gold mehr wiegt als ein Stücke Holtz, wenn beyde einerley Grösse haben. Das Holtz aber ist von leichterer Art als das Gold. Denn es ist ein Cörper von leichterer Art, welcher weniger wiegt als ein anderer, wenn er mit ihm einerley Grösse hat. Wenn also ein Cörper von leichterer Art eben so viel wiegt als ein anderer: so muß er allemahl einen grössern Raum erfüllen, als der Cörper von schwererer Art. So finden wir z. E. daß ein Pfund Holtz einen grössern Raum einnimmt, als ein Pfund Bley. Derowegen verhalten sich die Schweren der Cörper wie ihre Gewichte, wenn sie gleichen Raum einnehmen, und umgekehrt wie die Raume, wenn die Gewichte gleich sind.

Wie eine flüßige Materie von leich-

§. 159. Wenn zwey Röhren ABCDEF mit flüßiger Materie von verschiedener Schwere angefüllt werden: so muß die flüßige Materie

terie von leichterer Art so vielmahl höher ste-
hen, als die von schwererer Art, so vielmahl
die letztere die erstere an der Schwere über-
trifft. Wir wollen setzen, es sey die eine
Röhre ABCD mit Wasser, die andere CD
EF aber mit Queckſilber erfüllt. Wenn es
nun beyderseits gleich hoch stünde: so würde
das Queckſilber bey nahe 14 mahl stärcker als
das Wasser in der andern Röhre drücken.
Denn es lehrt die Erfahrung, daß das Queck-
silber bey nahe 14 mahl schwerer ist als das
Wasser. Es hätte also 14 mahl mehr Masse
(§. 58.), und also auch 14 mahl so viel Ge-
walt, indem wegen der gleichen Weite bey-
der Röhren ABCD und CDEF Wasser und
Queckſilber gleiche Geschwindigkeit haben.
Es müssen also die Massen des Wassers und
Queckſilbers gleich groß seyn, wenn sie ein-
ander im wagerechten Stande erhalten sol-
len (§. 66.). In diesem Falle aber muß das
Queckſilber bey nahe nur den 14ten Theil so
hoch stehen als das Wasser. Man wird nicht
zweifeln, daß dieses auch in Röhren von un-
gleicher Weite geschehen müsse, indem man
allemahl einen Theil Queckſilber vor 14 Thei-
le Wasser setzen kan. Es ist ferner ohne mein
Erinnern klar, daß dieses ebenfals mit an-
dern flüßigen Materien angehen müsse. Man
darf nur die eine gläserne Röhre ABCD mit
Oehle, und die andere CDEF mit Wasser

terer Art mit einer schwere-ren die Wage halte.

Tab. III. Fig. 39.

erfüllen: so wird allezeit das Oehl höher stehen, als das Wasser.

Ein Cörper von schwererer Art verliert in der flüßigen Materie einen Theil seiner Schwere.

§. 160. Wenn man einen Cörper von schwererer Art in eine flüßige Materie hinein sencket: so wird er so viel von seiner Schwere verlieren, als der Theil der flüßigen Materie wiegt, der eben so viel Raum einnimmt, als dieser Cörper. Wenn z. E. ein Cubiczoll von Eisen vermittelst eines Fadens an eine Wage angehängt, und durch Gegengewichte in wagerechten Stand gesetzt wird: so wird das Gewicht auf der andern Wageschale einen Ausschlag geben, so bald der eiserne Cubiczoll in ein Gefäß mit Wasser gelassen wird, ohngeachtet er den Boden des Gefässes nicht berühret. Will man das Gleichgewicht wieder hergestellt wissen: so muß man von der einen Wageschale etwas Gewichte hinwegnehmen, bis sich der eiserne Würffel völlig in das Wasser eingetauchet hat, doch aber noch nicht zu Boden sincket. Ich sage, dieses Gewichte, welches der eiserne Cubiczoll im Wasser zu verlieren scheint, sey eben so groß als die Schwere eines Cubiczoll Wassers. Denn in dem Raume, wo ietzo der eiserne Cubiczoll anzutreffen ist, war vorher ein Cubiczoll Wasser. Dieser ward von dem unter ihm stehenden getragen. Es drückte demnach das Wasser so starck in die Höhe, als dieser Cubiczoll Wasser vermöge seiner Schwere niederwarts druckte.

Solte

Solte es nun den eisernen Cubiczoll nicht eben so starck in die Höhe zu heben suchen? Geschieht aber dieses: so wird ein Theil seiner Schwere getragen, und er scheinet um so viel leichter geworden zu seyn, als ein Cubiczoll Wasser wiegt. Damit man aber hieran desto weniger zweiffele, so darf man nur ein blechernes Gefäsgen, das die Grösse eines Cubiczolles hat, mit Wasser erfüllen und abwägen. Denn man wird finden, daß das Wasser, welches das blecherne Gefäsgen erfüllet, dem Gewichte, welches der eiserne Würffel im Wasser von seiner Schwere verlohren, vollkommen gleich ist. Und weil hier weder aus dem Begriffe des Eisens noch des Wassers etwas geschlossen wird, indem man das erstere nur als einen Cörper von schwererer, das letztere aber als eine flüßige Materie von leichterer Art ansieht: so wird dieser Satz allgemein seyn, und von einer jeden flüßigen Materie gelten müssen. Es wird also jederzeit ein Cörper von schwererer Art, wenn er in eine flüßige Materie eingetaucht wird, so viel von seiner Schwere verlieren, als der Theil der flüßigen Materie wiegt, welchen er aus der Stelle treibt.

§. 161. Will man sich diese Würckung des Wassers noch deutlicher vorstellen: so setze man, es sey ABEF die Oberfläche des Wassers, pqrs aber der eiserne Cubiczoll. So ist klar, daß die Wassersäule noDC mit

Wird weiter ausgeführt und erwiesen.

Tab. III. Fig. 39.

mit der entgegengesetzten DC r s, und die Wassersäule AB l m mit der ihr entgegengesetzten EF p q das Gleichgewichte halte (§. 149.). Es bleibt demnach nur der Cubiczoll Wasser l m n o übrig, welcher den eisernen Cubiczoll p q r s in die Höhe drückt. Es ist also eben so viel, als würde der eiserne Cubiczoll p q r s von einer Kraft unterstützet, welche so groß wäre als die Schwere eines Cubiczoll Wassers. Man sieht, daß auch hier weder aus dem Begriffe des Eisens, noch des Wassers etwas geschlossen worden. Und man wird demnach an statt des Wassers eine jede flüssige Materie, an statt des Eisens aber einen jeden Cörper von schwererer Art setzen können.

Cörper von gleichem Gewicht und ungleicher Grösse werden nicht in allen flüßigen Materien gleich schwer befunden.

§. 102. Hieraus werden wir urtheilen können, was da erfolgen müsse, wenn man Cörper von gleichem Gewichte aber verschiedener Grösse in einerley flüßige Materie hineinsencket. Denn weil ein jeder so viel von seiner Schwere verliert, als die flüßige Materie wiegt, welche er aus der Stelle treibt (§. 150.); weil ferner derjenige Cörper am meisten flüßige Materie aus der Stelle treibt, welcher den grösten Raum einnimmt: so wird jederzeit der kleinere Cörper den Ausschlag geben müssen. Man hänge nur an das eine Ende des Wagebalckens ein Pfund Bley, an das andere aber ein Pfund Elffenbein: so werden sie, da sie gleiche Schwere haben, einander in der Luft die Wage halten.

ten. Man lasse aber beyde Cörper in das Wasser: so wird das Bley den Ausschlag geben. Kömmt dieses nicht daher, weil ein Pfund Bley einen kleinern Raum einnimmt als ein Pfund Elffenbein, und also weniger als jenes im Wasser von seiner Schwere verliert? Solchergestalt können zwey Cörper in der Luft einander die Wage halten, und gleich schwer seyn, welche doch in einer andern flüßigen Materie aus dem wagerechten Stande gesetzt und von ungleicher Schwere befunden werden. Es müssen aber dergleichen Cörper von verschiedener Grösse, und also in der Art der Schwere von einander verschieden seyn. Denn dieses geschiehet nicht, wenn beyde Cörper in dem Gewichte und in der Grösse mit einander übereinkommen. Würde wohl der wagerechte Stand gehoben werden können, wenn man an beyde Seiten einer Wage ein Pfund Bley anhängen, und beyde Gewichte zugleich ins Wasser lassen wolte? Keinesweges. Es würden beyde Cörper gleich viel von ihrer Schwere verlieren, es würde ihnen aber auch gleiche Kraft zu drücken übrig bleiben. Denn wer weiß nicht, daß gleiches übrig bleiben müsse, wenn man gleiches von gleichem abzieht?

Ein Cörper verliert desto mehr von seiner

§. 163. Ein Cörper verliert allemahl so viel von seiner Schwere als die flüßige Materie wiegt, welche er aus der Stelle jagt (§. 160.). Wiegt sie nun viel, so wird er viel,

Schwere je schwerer die flüßige Materie ist, darinnen er sich befindet.

viel, wiegt sie wenig, so wird er wenig von seiner Schwere verlieren. Es wiegt aber eine flüßige Materie desto mehr, je schwerer sie ist. Und also muß auch ein Cörper einen desto grössern Theil seiner Schwere verlieren, je schwerer die flüßige Materie ist, in welche man ihn hineinsencket. Saltzwasser ist von schwererer Art, als süsses Wasser. Man mercke sich aber nur das Gewicht, welches ein Cörper so wohl im süssen, als im saltzigen Wasser verlieret: so wird man finden, daß er einen grösseren Theil seiner Schwere im saltzigen, als im süssen Wasser verloren hat. Man lasse einen eisernen Cubiczoll erst in spiritum vini, und hernach ins Wasser; so wird er jederzeit im Wasser einen grösseren Verlust seiner Schwere erleiden, als im spiritu vini. Es kan aber auch nicht anders seyn. Denn im Wasser verliert er so viel von seiner Schwere als ein Cubiczoll Wasser, und im spiritu vini, so viel als ein Cubiczoll spiritus vini wiegt; ein Cubiczoll Wasser aber wiegt mehr, als ein Cubiczoll spiritus vini. Wenn man daher zwey Cörper von gleicher Grösse und Schwere an eine Wage hängt, und beyde in flüßige Materien von verschiedener Art der Schwere hineinläst: so wird allemahl der den Ausschlag geben, welcher sich in der leichtern flüssigen Materie befindet. Man lasse nur den einen in süsses, und den andern in saltziges

Was-

Waſſer: ſo wird gewiß der Ausſchlag der Wage gegen das ſüſſe Waſſer erfolgen; und dieſes aus keiner andern Urſache, als weil der eine Cörper im ſaltzigen Waſſer mehr von ſeiner Schwere verliert als der andere im ſüſſen.

§. 164. Der vorige Satz giebt uns ein Mittel an die Hand, die verſchiedene Art der Schwere flüßiger Materien zu entdecken. Man darf nemlich nur einen Cörper in flüßige Materien von verſchiedener Schwere hineinlaſſen und anmercken, wie viel er in einer jeden von ſeinem Gewichte verliert: ſo wird ſich die Schwere der flüßigen Materien eben ſo, wie die verlohrenen Gewichte verhalten müſſen. Denn weil z. E. ein Cubiczoll Eiſen im ſüſſen Waſſer eben ſo viel von ſeiner Schwere verliert als ein Cubiczoll ſüſſes Waſſer wiegt, im Saltzwaſſer aber, ſo viel als ein Cubiczoll Saltzwaſſer wiegt (§. 160.): ſo kan man dadurch die Schwere eines Cubiczoll ſüſſen und ſaltzigen Waſſers finden, und folglich die Verhältniß der Schwere beyder flüßigen Materien beſtimmen. Dieſes hat in verſchiedenen Fällen ſeinen Nutzen. Man kan z. E. dadurch ausmachen, ob eine Sole mehr Saltz in ſich hält als eine andere, und ob ein Waſſer der Geſundheit zuträglich ſey, oder nicht. Was das erſte betrifft: ſo wird die Sole am beſten ſeyn, worinnen der Cörper, welchen man hineinläßt, am meiſten von

Wie man die Schwere verſchiedener flüßiger Materien entdeckt.

ſeiner

seiner Schwere verliert. Denn diese ist am schwersten, und weil ihre Schwere von dem Saltze herkömmt, welches sie bey sich hat: so muß sie das meiste Saltz in sich halten. Eine andere Beschaffenheit hat es mit dem Wasser. Dasjenige ist wenn die übrigen Umstände einerley sind zum Trincken am besten, das am leichtesten ist. Denn dieses geht nicht nur durch die kleinsten Gefäßgen hindurch, sondern es dünstet auch bald durch die Schweißlöcher wieder aus. Es ist aber das Wasser am leichtesten, darinnen ein Cörper am wenigsten von seiner Schwere verliert.

Die flüssige Materie wird um so viel schwerer, als ein Cörper in derselben von seiner Schwere verliert.

§. 165. Wenn man einen Cörper in eine flüßige Materie hineinläßet: so muß so viel von der flüßigen Materie ausweichen, als dieser Cörper in derselben Raum einnimt. Wenn man z. E. einen Cubiczoll in das Wasser läst: so muß ein Cubiczoll Wasser ausweichen. Es müssen demnach alle Wassersäulen um so viel höher werden, als sie würden geworden seyn, wenn man einen Cubiczoll Wasser hinzugethan hätte. Da nun der Druck einer flüßigen Materie ihrer Höhe proportional ist (§. 151.): so drückt das Wasser nachdem der eiserne Cubiczoll hineingelassen worden ist, eben so starck gegen den Boden des Gefässes, als es würde gedrückt haben, wenn man noch einen Cubiczoll Wasser hinzugethan hätte. Weil ferner ein Cörper

in

in einer flüßigen Materie so viel von seiner Schwere verliert, als die flüßige Materie wiegt, welche er aus der Stelle treibt (§. 160.): so muß die flüßige Materie um so viel schwerer werden, als ein Cörper in derselben von seiner Schwere verliert. Will man sich davon durch die Erfahrung versichern: so setze man ein Glas mit Wasser auf eine Wageschale und durch ein Gegengewichte in wagerechten Stand, hierauf binde man einen eisernen Cubiczoll an ein Pferdehaar, halte ihn bey demselben mit der Hand, und lasse ihn allmählig in das Wasser, doch aber so, daß er den Boden des Gefässes noch nicht berühret. So bald dieses geschiehet, wird das Glas mit dem Wasser schwerer werden, einen Ausschlag geben; und der wagerechte Stand wird nicht eher wieder hergestellt werden, bis man auf die andere Wageschale so viel Gewichte hinzulegt als ein Cubiczoll Wasser wiegt. Da nun der eiserne Cubiczoll eben so viel von seiner Schwere im Wasser verlohren (§. 160.): so sehen wir, daß dieses Gewichte nicht würcklich verlohren gehe, sondern daß das Wasser um so viel schwerer werde, als der Cubiczoll von seiner Schwere zu verlieren scheint. Dencken wir der Sache ein wenig nach: so werden wir befinden, daß dieses unmöglich anders seyn könne. Das Wasser drückt gegen den schwereren Cörper, und trägt also einen Theil seiner Schwere.

Dieſer Cörper drückt gegen das Waſſer zurück (§. 36.), und muß alſo den Druck des Waſſers gegen den Boden des Gefäſſes vermehren. Wo ſolte die Schwere hinkommen? ſie iſt ja jederzeit der Maſſe proportional (§. 58.) und bleibt alſo ſo lange unverändert, ſo lange die Maſſe keine Veränderung leidet. Es wird alſo auch durch die gegenwärtige Erfahrung das Geſetz der Bewegung, vermöge welches die Würckung und Gegenwürckung einander beſtändig gleich ſind, aufs neue beſtätiget. Denn ich mag es anfangen wie ich will: ſo kan ich keine gröſſere Kraft anwenden, den eiſernen Cubiczoll in dem Waſſer zu erhalten, als ſo viel ihm von dem Waſſer Kraft zu drücken noch übrig gelaſſen wird.

Wenn eine flüßige Materie einen Cörper zerdruckt u. wenn dieſes nicht geſchiehet.

§. 166. Ohnerachtet aus dieſem allen zur Gnüge offenbar iſt, daß ein Cörper in einer flüßigen Materie mit einer Kraft gedruckt wird, welche der Höhe der flüßigen Materie proportional iſt: ſo kan doch dieſer Druck auch den allerzerbrechlichſten Cörper nicht zerbrechen, ſo lange er von allen Seiten von der flüßigen Materie umgeben wird. Denn wenn der Druck von allen Seiten gleich iſt: ſo iſt kein Grund vorhanden, warum ſich ein Theil eher bewegen ſolte als die übrigen. Derowegen müſſen entweder alle Theile dieſes Cörpers mit gleicher Geſchwindigkeit gegen den Mittelpunct bewegt werden, oder es muß

muß sich gar kein Theil bewegen. Das erstere ist wegen der Impenetrabilität der Cörper unmöglich. Derowegen wird man das letztere einräumen und zugeben müssen, es könne kein Cörper von einer flüßigen Materie, welche ihn von allen Seiten umgiebt, zerdrückt werden, die Höhe der flüßigen Materie und die Zerbrechlichkeit eines solchen Cörpers mag auch so groß seyn, als sie nur immer will. Wenn man daher eine Rindsblase mit Wasser füllt und ein Ey hineinlegt, die Blase alsdenn fest verbindet und in eine cylindrische Büchse steckt, daß sie nicht ausweichen kan; so kan man so viel Gewichte auf die Blase legen als einem beliebt, und darf nicht besorgen, daß das Ey dadurch zerdrückt werde. Wir finden dieses in mehreren Fällen. Warum wird ein Fisch unter dem Wasser von der Last des über ihm stehenden Wassers nicht zermalmet? Gewiß, aus keiner andern Ursache, als weil der Druck des Wassers von allen Seiten gleich groß ist. So gewiß es aber auch ist, daß ein Cörper nicht zerbrochen und zermalmet werden kan, wenn er von allen Seiten gleich starck gedrückt wird: so wird man doch nicht leugnen können, daß ein Cörper gewaltsam gedruckt werde, wenn er sehr tief untergetaucht wird. Dieses bestätigen unter andern die Perlenfischer und Taucher durch ihre Erfahrung. Denn wenn sie nicht tief unter das

Wasser gehen, so kommen sie frisch und gesund wieder hervor; wagen sie sich aber zu tief in das Meer hinunter: so läufft ihnen das Blut zur Nase, Mund und Ohren heraus. Solte dieses wohl von einer andern Ursache herkommen, als daß das Blut durch den gewaltsamen Druck des Wassers von allen Seiten in die kleinsten Gefäßgen, welche sonst nur eine wässrige Feuchtigkeit führen, hineingepreßt worden sey?

In welchem Falle ein schwerer Cörper in der flüßigen Materie nicht untersinckt.

§. 167. Wenn die flüßige Materie den Cörper nur von einer Seite drücken kan: so erfolgt eine Würckung welche der Höhe und also dem Drucke der flüßigen Materie proportional ist. Wenn man demnach einen holen Cylinder, welcher an beyden Seiten offen ist, an der einen Oefnung mit einer metallenen Platte, welche genau auf die Eröffnung paßt, verschliest, und ihn sodann unter das Wasser steckt: so wird die metallene Platte desto fester an die Eröffnung des Cylinders angedruckt werden, je tieffer man ihn unter das Wasser taucht; sie wird aber alsbald herabfallen, wenn man den Cylinder entweder gar aus dem Wasser herauszieht, oder ihn doch nicht tief genug untergetaucht erhält. Denn je tieffer der Cylinder mit der metallenen Platte ins Wasser getaucht wird, desto höher wird die Wassersäule, welche die Platte an den Cylinder andruckt. Sie muß demnach desto stärcker an den Cylinder an-

ge-

gedruckt werden, je tiefer sie sich unter dem Wasser befindet (§. 151.). Und dieses geschieht bloß darum, weil von der andern Seite kein Wasser in den Cylinder hinein kommen und den Druck des Wassers von der einen Seite verhindern kan. Hingegen wenn der Cylinder nicht tief genug eingetaucht wird, so, daß das Wasser, welches er aus der Stelle treibt, noch nicht so viel wiegt, als die metallene Platte, welche vor seine Eröffnung gelegt worden: so ist der Druck des Wassers noch nicht so groß, als die Schwere dieser Platte, und demnach ist es kein Wunder, wenn sie nicht angedrückt wird, sondern herunter fällt. Daß aber der Druck der flüßigen Materie gegen einen festen Cörper desto grösser sey, je tieffer er eingetaucht wird, kan man sehen, wenn man einen ledernen Sack mit Queckſilber erfüllt, und ihn um eine gläserne Röhre bindet. Denn es wird das Queckſilber in der gläsernen Röhre immer höher hinaufſteigen, je tiefer man den Sack unter das Wasser taucht; ja es wird die Höhe des Queckſilbers der Höhe des über dem ledernen Sacke stehenden Wassers jederzeit auf das genaueste proportional seyn, ob es schon nur um den vierzehenden Theil der Höhe des Wassers steigen kan, indem es 14 mahl schwerer ist als das Wasser (§. 159.).

Ein Zweifel wird gehoben. Tab. III. Fig. 39.

§. 168. Hieraus möchte man vielleicht den Schluß machen, es müste ein Cörper desto mehr von seiner Schwere verlieren, je tieffer er in die flüßige Materie eingetaucht würde. Denn je tieffer man den Cörper p q r s unter das Wasser taucht, desto höher wird die Wassersäule A B l m, welche ihn in die Höhe druckt und seine Schwere tragen hilft. Allein wächst nicht die Wassersäule E F p q in eben derselben Proportion? Diese aber druckt den Cörper p q r s eben so starck nieder, als ihn die Wassersäule A B l m in die Höhe treibt. Es bleibt also nur die Wassersäule l m n o, welche dem Cörper p q r s an der Grösse gleich ist, übrig, die einen Theil der Schwere des Cörpers p q r s trägt. Ja man kan es auch durch die Erfahrung ausmachen, daß ein Cörper einmahl so viel von seiner Schwere verliert wie das andere, man mag ihn tief unter das Wasser tauchen oder nicht. Denn wenn man einen eisernen Cubiczoll an ein Pferdehaar, und dieses an eine Wage bindet; so wird man finden, daß er im Wasser nur immer so viel von seiner Schwere verliert als ein Cubiczoll Wasser wiegt, man mag ihn so tief unter das Wasser sencken als man will. Nur muß man mercken, daß das Pferdehaar ebenfals etwas von seinem Gewichte verliert, welches besonders muß abgerechnet werden. Dieser Versuch beweist zugleich, daß sich das Wasser nicht zusam-

sammen drücke läßt. Denn liesse es sich zusammendrücken, so müste das Wasser auf dem Boden eines Gefässes allemahl dichter seyn als das übrige, indem es von dem über ihm stehenden stärcker gedruckt wird. Wäre es aber dichter, so würde es auch von schwererer Art seyn, als das andere; und da solchergestalt ein Cubiczoll von dem untern Wasser mehr wiegen würde, als ein Cubiczoll von dem oberen; so würde der hineingelassene eiserne Cubiczoll mehr von seiner Schwere verlieren müssen, wenn man ihn sehr tief unter das Wasser senckte, als wenn man ihn nicht so tief hinein gelassen hätte.

§. 169. Wenn man einen Cubiczoll Gold und einen Cubiczoll Eisen in einerley flüßige Materie, z. E. ins Wasser läßt, so verlieren beyde Cörper gleich viel von ihrer Schwere. Weil aber das Gold von schwererer Art ist als das Eisen: so ist dieses verlohrene Gewichte ein grösserer Theil von dem Gewichte des Eisens, als von dem Gewichte des Goldes. Es verliert demnach ein Cörper in einer flüßigen Materie einen desto grösseren Theil seiner Schwere, je leichter er ist. Dieses dienet unter andern, die Güte der Metalle zu bestimmen. Denn da z. E. das Gold 19 mahl schwerer ist als das Wasser: so muß es den 19ten Theil seiner Schwere im Wasser verlieren. Wenn also ein Cörper mehr als den 19ten Theil seiner Schwere im Was-

Ein leichterer Cörper verliert einen grössern Theil seiner Schwere als ein schwererer.

Digitized by Google

ser verlieret: so muß derselbe nicht reines Gold seyn. Dieses war das Mittel, dadurch Archimedes entdeckte, wie viel Silber der Goldschmid, unter die goldene Krone des Königs Hiero zu Syracus genommen hatte. Weil es nun in verschiedenen Fällen nützlich ist, die Schwere der Metalle zu wissen: so will ich anführen wie man dieselbe befunden. Wenn man die Schwere des Goldes in 100 Theile eintheilet, so bekommt das Queckſilber $71\frac{1}{17}$, das Bley $60\frac{10}{19}$, das Silber $54\frac{2}{17}$, das Kupfer $47\frac{7}{19}$, das Eisen $42\frac{2}{19}$ das Zinn $38\frac{18}{19}$, das Wasser $5\frac{5}{19}$. Es ist demnach das Gold das schwereste, und also auch das dichteste unter allen.

Ein Cörper fällt in einer flüßigen Materie desto geschwinder zu Boden, je schwerer er ist.

§. 170. Weil ein leichterer Cörper einen grössern Theil seiner Schwere in einer flüßigen Materie verliert, als ein schwererer (§. 169.): so behält der schwerere eine grössere Kraft zu drücken übrig, als der leichtere. Es muß also der erstere den Widerstand der flüssigen Materie leichter überwinden, und folglich geschwinder zu Boden fallen, als der letztere. Aus dieser Ursache fällt das Gold in dem Wasser geschwinder zu Boden als das Eisen, und das Eisen geschwinder als die Kreide. Es ist im übrigen einerley, ob diese Cörper einerley Grösse haben und in dem Gewichte von einander unterschieden sind, oder ob sie einerley Schwere und verschiedene Grösse besitzen. Denn in dem letzteren

Falle

Falle nimmt ein Cörper desto mehr Raum ein, je leichter er ist, er verliert also viel von seiner Schwere, und behält folglich wenig Kraft zu drücken übrig.

§. 171. Da ein schwererer Cörper so viel von seiner Schwere verliert, als der Theil der flüßigen Materie wiegt, welchen er aus der Stelle treibt (§. 160.): so wird man die Schwere der flüßigen Materie von der Schwere dieses Cörpers abziehen müssen, wenn man die Kraft zu wissen verlangt, mit welcher er zu Boden sincket. Sie ist demnach so groß als der Unterscheid zwischen der Schwere der flüßigen Materie, und des Cörpers von schwererer Art. Solchergestalt sinckt ein Cörper mit desto grösserer Gewalt, und also auch mit desto grösserer Geschwindigkeit zu Boden (§. 65. 66.), je grösser dieser Unterscheid ist. Diese Differentz ist aber desto grösser, je schwerer ein Cörper, und je leichter die flüßige Materie ist. Es muß also ein Cörper in einer flüßigen Materie desto geschwinder zu Boden fallen, je leichter sie ist. Er verliert ja desto weniger von seiner Schwere, je leichter die flüßige Materie ist. Es bleibt ihm also viele Kraft zu drücken übrig. Je grösser aber die Gewalt eines Cörpers ist, desto geschwinder muß er sich bewegen (§. 65. 66.). Es wird also das Gold im Wasser geschwinder als im Queckſilber, geschwinder im ſpiritu vini als im Wasser, geschwin-

Wie groß die Kraft ist, mit welcher ein Cörper zu Boden sinckt.

der in der Luft als im spiritu vini, und endlich am allergeschwindigsten in einem von Luft leeren Raume zu Boden fallen müssen. Freylich solte ein schwererer Cörper in einer flüßigen Materie allemahl mit einer gleichförmig vermehrten Geschwindigkeit zu Boden fallen. Wenn aber seine Schwere geringe und der Widerstand der flüßigen Materie sehr groß ist: so ist dieses nicht möglich; sondern es wird seine Bewegung nur bis auf einen gewissen Grad beschleunigt, hernach fährt er fort sich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit zu bewegen. Dieses ist die Ursache warum eine Pflaumenfeder und andere leichte Cörper mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit in der Luft zu Boden fallen.

Wie tief sich ein leichter Cörper eintauchen müsse.

§. 172. Weil ein Cörper von leichterer Art weniger wiegt, als die flüßige Materie, welche mit ihm gleichen Raum erfüllet (§. 158.): so ist es gantz und gar nicht möglich, daß er in derselben völlig untersincken solte. Es würde ja die aus der Stelle getriebene flüßige Materie mehr wiegen als der gantze Cörper, der sie durch seinen Druck fort bewegen solte. Dieses aber ist so lange nicht möglich, so lange die Würckung nicht grösser seyn kan, als die Ursache, so sie hervorbringt. So unmöglich es nun ist, daß ein Cörper von leichterer Art in einer flüßigen Materie untersincken solte, eben so unmöglich ist es, daß dergleichen Cörper auf einer flüßi-

flüßigen Materie könne stehen bleiben, ohne sich einzutauchen. Denn wenn man ihn z. E. auf das Wasser setzt: so druckt er mit seiner gantzen Schwere auf dasselbe. Da nun solchergestalt die Wassersäule, auf welcher der Cörper von leichterer Art ruhet, stärcker gedruckt wird als die übrigen: so muß sie kürtzer werden. Geschieht aber dieses: so taucht sich der Cörper von leichterer Art ein. Es ist aber zugleich klar, daß er sich nur so tief eintauchen müsse, bis das aus der Stelle getriebene Wasser eben so viel wiegt als der gantze Cörper. Denn in diesem Falle sind die einander entgegengesetzten Kräfte gleich, und muß also nothwendig eine Ruhe hervorgebracht werden (§. 27.). Wenn man also z. E. ein Stücke Holtz, welches 2 Pfund wiegt, und nur halb so schwer ist als das Wasser, auf das Wasser legt: so wird es 2 Pfund Wasser aus der Stelle treiben, und weil 2 Pfund Wasser nur halb so viel Raum einnehmen als das Holtz: so kan sich auch nur die Helfte von dem Holtze in dem Wasser eintauchen. Hieraus fliesset, es müsse sich ein Cörper desto tieffer eintauchen, je schwerer er ist. Daher sinckt ein Schiff desto tieffer, je stärcker es beladen ist, und das Wasser, welches es aus der Stelle treibt, ist jederzeit eben so schwer, als das Schiff mit seiner gantzen Ladung. Es folgt ferner hieraus, daß sich ein leichter Cörper desto tieffer

ein-

eintauchen müsse, je leichter die flüßige Materie ist, darauf er schwimmt. Daher taucht sich das Holtz tieffer in dem spiritu vini als in dem süssen Wasser, und tieffer in dem süssen als in dem Saltzwasser ein. Denn wenn dieses Holtz ein Pfund wiegt, und es schwimmt auf dem spiritu vini: so treibt es ein Pfund spiritum vini, schwimmt es auf dem Wasser: so treibt es ein Pfund Wasser; und wenn es auf dem Saltzwasser schwimmt: so treibt es ein Pfund Saltzwasser aus der Stelle. Da nun ein Pfund spiritus vini mehr Raum einnimmt als ein Pfund Wasser, und ein Pfund süsses Wasser einen grössern Raum erfüllet als ein Pfund Saltzwasser: so muß sich der gedachte Cörper tieffer im spiritu vini als im süssen Wasser, und tieffer im süssen als im Saltzwasser eintauchen. Bedencken wir nun, daß das Seewasser saltzig ist: so werden wir daraus zugleich abnehmen können, was die Ursache sey, daß sich ein Schiff tieffer in das Wasser sencket, wenn es aus der See in einen Fluß hineingeht. Man verfertigt eigene Instrumente, welche darzu dienen, daß man die verschiedene Schwere flüßiger Materien dadurch beurtheilen kan. Gemeiniglich bestehen sie aus einem hohlen gläsernen Kügelgen, und einer Röhre, die in gleiche Theile eingetheilt ist. Wenn man dergleichen Instrument auf das Wasser setzt: so taucht es sich

bis

bis auf einen gewissen Grad ein, und zwar desto tieffer, je leichter das Wasser ist. Eben dieses gilt von dem Weine und man kan also unter andern dieses Instrument gebrauchen, die Güte des Weins dadurch zu beurtheilen.

Wie starck eine flüßige Materie von einem leichten Cörper beschwert wird.

§. 173. Da die flüßige Materie um so viel schwerer wird, als der Theil wiegt, welchen der Cörper von leichterer Art aus der Stelle treibt (§. 165.); Da ferner dieser Theil der flüßigen Materie dem gedachten Cörper an der Schwere gleich ist (§. 172.): so muß sie um eben so viel schwerer werden, als der Cörper von leichterer Art wiegt. Man giebt dieses den Augenblick zu, wenn man nur bedencket, daß der Cörper von leichterer Art mit seiner gantzen Schwere auf die flüßige Materie drücket, und von ihr getragen wird. Zu allem Ueberfluß aber könte man ein Glas mit Wasser auf die Wage und in wagerechten Stand setzen, und sodann ein Stück Holtz auf das Wasser legen: so würde man finden, daß das Wasser um so viel schwerer geworden wäre, als dieses Holtz gewogen hätte.

Wie groß die Kraft sey, mit welcher ein leichter Cörper in die Höhe steigt.

§. 174. Wenn ein Cörper von leichterer Art mit Gewalt in einer flüßigen Materie untergetaucht wird: so treibt sie ihn zwar mit einer Kraft in die Höhe, welche eben so groß ist als die Schwere des Theils des flüßigen Cörpers, welcher aus der Stelle getrieben worden ist (§. 161.). Allein, weil dieser Cörper vermöge seiner Schwere dieser Bewe-

gung

gung widerstehet, und also selbst einen Theil der flüßigen Materie aus der Stelle treibt (§. 172.): so wird man seine Schwere von der Schwere der flüßigen Materie die er aus der Stelle getrieben hat, abziehen müssen, wenn man die Kraft wissen will, mit welcher ein mit Gewalt untergetauchter leichterer Cörper in die Höhe getrieben wird. Es wird also die Bemühung, welche dieser Cörper anwendet in die Höhe zu steigen, so groß seyn als der Unterscheid zwischen der Schwere des gedachten Cörpers und der flüßigen Materie, welche aus der Stelle getrieben wird. Wenn man z. E. ein Stücke Holtz, welches nur halb so schwer ist als das Wasser, und zwey Pfund wiegt, mit Gewalt unter das Wasser taucht; so werden vier Pfund Wasser aus der Stelle getrieben. Es solte also das Holtz mit einer Kraft von vier Pfunden in dem Wasser in die Höhe steigen. Weil es aber dieser Bewegung mit zwey Pfund Kraft vermöge seiner Schwere widerstehet: so wird es auch nur mit einer Kraft von zwey Pfunden von dem Wasser in die Höhe getrieben, welches der Unterscheid zwischen der Schwere des Holtzes und des Wassers ist. Dem ohngeachtet würde in diesem Falle das Wasser um vier Pfund schwerer werden. Denn vier Pfund Wasser werden aus der Stelle getrieben, und es wird allemahl um so viel

schwe-

schwerer als das Wasser wiegt, welches aus der Stelle getrieben wird (§. 165.).

§. 175. Wenn es nun gewiß ist, daß die Kraft, mit welcher ein Cörper in einer flüßigen Materie in die Höhe zu steigen sucht, so groß ist als der Unterscheid zwischen der Schwere des Cörpers von leichterer Art, und der flüßigen Materie (§. 174.): so muß ein Cörper mit desto grösserer Kraft und Geschwindigkeit in die Höhe steigen, je grösser dieser Unterscheid ist. Es ist aber der gedachte Unterscheid desto grösser, je leichter der Cörper von leichterer Art, oder je schwerer die flüßige Materie ist. Solchergestalt steigt ein Cörper, welcher leichter ist als ein anderer, geschwinder, als der andere in der flüßigen Materie in die Höhe. Und ein Cörper steigt in einer flüßigen Materie geschwinder in die Höhe als in einer andern, wenn die erstere schwerer ist als die letztere. Steigt nicht eine aufgeblasene Blase geschwinder in dem Wasser in die Höhe als ein Stück Holtz? sie ist aber auch leichter als das Holtz. Das Holtz steigt geschwinder im Wasser, als im spiritu vini, geschwinder im saltzigen als im süssen Wasser, und geschwinder im Queckſilber als im Saltzwasser in die Höhe. Es ist aber auch Wasser schwerer als der spiritus vini, Saltzwasser schwerer als süsses Wasser, und Queckſilber schwerer als Saltzwasser. Billig solte ein mit Gewalt unter-

Ein Cörper steigt desto geschwinder in die Höhe, je leichter er ist, und je schwerer die flüßige Materie ist, darinnen er sich befindet.

ge-

getauchter Cörper mit einer gleichförmig vermehrten Geschwindigkeit in die Höhe steigen: Denn es kömmt durch den beständig fortdaurenden Druck der flüßigen Materie zu seinem vorigen Grade der Geschwindigkeit noch ein neuer da der vorige noch nicht vergangen ist. Es geschieht auch dieses in vielen Fällen, nur alsdenn ist es nicht möglich wenn der Widerstand der flüßigen Materie zu groß und die Kraft des Cörpers zu klein ist: sondern alsdenn ist seine Bewegung gleichförmig.

Wie die Bewegung eines leichten Cörpers beschaffen, wenn er aus der flüßigen Materie heraussteigt.

§. 176. Wir haben eine Probe an einem Holtze welches man unter das Wasser tauchet daß es gantz damit bedeckt ist. Denn so bald man ihm seine Freyheit läßt, so wird es mit einer gleichförmig beschleunigten Bewegung in die Höhe steigen. Wie es nun aber hiedurch eine grosse Geschwindigkeit erhält, so ist es gar kein Wunder, wenn es weiter aus dem Wasser heraussteiget, als es geschehen könte, wenn es mit dem Wasser das Gleichgewichte halten sollte (§. 172.). Geschiehet aber dieses so wird es durch seine Schwere aufs neue gegen das Wasser getrieben. Es erhält durch den Fall den Grad der Geschwindigkeit, mit welchem es in die Höhe gestiegen war (§. 139.). Es bekömmt eine grössere Kraft, als wenn es geruhet hätte (§. 56.). Es treibt mehr Wasser aus der Stelle, als es selbst schwer ist. Es steigt also aufs neue in die Höhe. Und mit einem Worte,

Worte, das Holtz bekömmt eine Bewegung wie ein Perpendicul (§. 40), welche ebenfalls in Ewigkeit fortdauren würde, wenn sie nicht durch den Widerstand des Wassers und der Luft beständig gemindert und endlich aufgehoben würde.

§. 177. Ohnerachtet aus diesem allen zur Gnüge erhellet, es müsse ein Cörper von leichterer Art in einer flüßigen Materie in die Höhe steigen, so ist es doch möglich, daß er in derselben verbleibt, wenn er nur von oben nicht aber von unten von ihr gedrückt werden kan. Man lasse sich zwey glatte meßingene Platten verfertigen; die eine befestige man in den Boden eines Gefässes, an die andere aber binde man ein Stück Gorck, daß diese Platte, wenn sie mit dem Gorcke verbunden ist, auf dem Wasser schwimme, und also von leichterer Art werde als das Wasser. Man drücke die Platte an welche der Gorck gebunden ist, mit einem Stocke an die andere, welche an dem Boden des Gefässes befestigt ist, und giesse das Gefäß voll Wasser: so wird der Gorck auf dem Boden verbleiben und nicht in dem Wasser in die Höhe steigen. Er wird aber auch in diesem Falle von dem Wasser nur von oben, nicht aber von unten gedrückt. Wie ein Cörper von leichterer Art in einer flüßigen Materie verbleiben könne.

§. 178. Wenn ein Cörper auf einer flüßigen Materie schwimmen soll: so ist nicht allemahl nöthig, daß seine Theile von leichterer Der ganze Cörper kan von leichter

Art seyn, da doch seine Theile von schwererer Art sind als die flüßige Materie.

Art sind. Sehen wir nicht daß ein Schiff auf dem Wasser schwimmt, welches doch in der That von schwererer Art ist als das Wasser? Denn es sincket unter so bald es mit Wasser angefüllt wird. Eine hohle eiserne Kugel schwimmt auf dem Wasser, und gleichwohl zweifelt niemand, das Eisen schwerer als Wasser sey. Dergleichen Cörper schwimmen wegen ihrer Figur, welche verursachet, daß sie mehr Wasser aus der Stelle treiben müßte, als sie selbst schwer sind, wenn sie untersincken solten. Wenn z. E. eine hohle eiserne Kugel ein Pfund wiegt, und das Wasser, welches den gantzen Raum der Kugel erfüllen könnte, wiegt 4 Pfund: so müste die Kugel durch ihre Schwere 4 Pfund Wasser aus der Stelle treiben, wenn sie untersincken solte. Da nun dieses nicht möglich ist, so ist es auch nicht möglich, daß die Kugel untersinckt. Dieses gilt von mehrern Cörpern, als man meynet; indem die vielen Luftlöcher, welche in ihnen angetroffen werden, öfters verursachen, daß sie schwimmt, da doch ihre Theile von schwererer Art sind. Ein Exempel haben wir an dem Holtze. Dieses schwimmt auf dem Wasser; wenn aber seine Luftlöcher mit Wasser erfüllt werden: so sinckt es zu Boden.

Wie ein schwererer Cör-

§. 179. Ein Cörper von schwererer Art steigt in der flüßigen Materie in die Höhe, so bald er von leichterer Art wird. Dieses

aber

aber geschieht, wenn er sich entweder ausdehnet, oder wenn andere leichtere Cörper mit ihm verbunden werden, damit die aus der Stelle getriebene flüßige Materie mehr wiegt, als der gantze Cörper (§. 154.). Ein Exempel von der erstern Art geben die ertrunckenen Personen. Es ist nemlich bekannt, daß der menschliche Cörper von schwererer Art ist als das Wasser, er sinckt daher in demselbigen zu Boden. Wenn aber die Säfte in einem solchen todten Cörper in eine Gährung gerathen: so fängt er an aufzuschwellen. Er treibt mehr Wasser aus der Stelle, als er selbsten schwer ist. Er wird von leichterer Art als das Wasser (§. 158.), und muß folglich darinnen in die Höhe steigen. Daher kömmt es, daß die Cörper der ertrunckenen Personen nach einigen Tagen heraufkommen und auf dem Wasser schwimmen. Man kan es aber auch gantz deutlich sehen, daß sie sehr geschwollen und aufgedunsen sind.

per von leichterer Art werde.

§. 180. Auf eben diesem Grunde beruhet das Schwimmen der Fische. Die Natur hat sie mit einer Blase versehen, welche mit Luft erfüllet und mit einer muskulösen Haut überzogen ist, vermittelst derselben können sie die Blase zusammenziehen und erweitern. Wollen sie sich nun herunter gegen den Grund bewegen: so ziehen sie die Blase zusammen. So bald dieses geschiehet, so wird ihr Cörper etwas kleiner als vorhin. Sie werden von

Von dem Schwimmen der Fische.

schwererer Art und sincken in dem Wasser zu Boden (§. 170.). Hieraus ist zugleich klar, daß sie in die Höhe steigen müssen, wenn sie nachlassen die Blase zusammen zu ziehen. Denn die Luft dehnet die Blase aus. Da nun der Fisch solchergestalt mehr Raum in dem Wasser einnimmt, so wird er von leichterer Art als dasselbe (§. 158.). Was kan aber hieraus anders folgen, als daß er in dem Wasser in die Höhe steigen muß? Daß dieses die wahre Ursache von der Bewegung der Fische sey, können wir daraus abnehmen, weil ein Fisch beständig auf dem Grunde liegen bleibt wenn man ihm diese Blase mit einer Nadel durchsticht. Ja wir finden, daß die Fische, welche immer auf dem Grunde liegen, als Schollen und Muscheln, gar keine solche Blase haben. Endlich so kan man zur Bestätigung und Erläuterung dieses Satzes, auch folgendes Experiment gebrauchen. Man nehme eine Blase, in welcher nicht viel Luft enthalten ist, man binde ein bleyern Gewichte daran und werffe es in ein Glas voll Wasser: so wird das Gewichte mit der Blase im Wasser zu Boden sincken. Wenn man aber dieses Glas unter einen Recipienten setzet, und die äussere Luft hinwegpumpt: so wird sich die Luft in der Blase ausdehnen, die Blase wird einen grössern Raum einnehmen, und endlich in dem Wasser mit dem Gewichte in die Höhe steigen. Läßt man

aber

aber wieder Luft unter den Recipienten; so fällt die Blase wieder zusammen und sinckt mit dem Gewichte in dem Wasser zu Boden. Es ist gar nicht schwer, die Ursache von diesem allen zu entdecken. Man sieht nemlich wohl, daß die Blase mehr Wasser aus der Stelle treibet, indem sie sich ausdehnet, da die äussere Luft hinweg gepumpet wird. Wenn sie sich nun dergestalt ausgedehnet hat, daß die Schwere des Wassers, welches sie aus der Stelle treibt, grösser ist als die Schwere, welche das bleyerne Gewichte in dem Wasser übrig behält: so muß sie nothwendig in dem Wasser mit dem Gewichte in die Höhe steigen (§. 174.).

Ein schwererer Cörper wird von leichterer Art wenn man andere leichtere mit ihm verbindet.

§. 181. Gleichwie ein schwererer Cörper von leichterer Art werden kan, als eine flüßige Materie, indem er sich ausdehnet: so kan auch eben dieses geschehen, wenn mit einem schwereren Cörper andere leichtere verbunden werden, bis die aus der Stelle getriebene flüßige Materie stärcker druckt, als der Cörper von schwererer Art. Damit dieses deutlicher werde; so wollen wir setzen, es wären 80 Pfund Eisen in dem Wasser versuncken. Dieses Eisen verlieret 10 Pfund in dem Wasser von seiner Schwere (§. 169.). Da ihm nun solchergestalt noch 70 Pfund Kraft zu drücken übrig bleibt: so darf man nur so viel Ochsenblasen an das Eisen binden, bis das aus der Stelle getriebene Wasser etwas mehr

wiegt als 70 Pfund. Sogleich wird es von leichterer Art als das Wasser, und steigt in demselben in die Höhe. Eine aufgeblasene Ochsenblase ist ohngefehr der vierte Theil von einem Cubicschuhe. Da nun $\frac{1}{4}$ Cubicschuh Wasser 15 Pfund wiegt: so steigen 5 Ochsenblasen, weil ihre Schwere für nichts zu achten, mit einer Kraft von 80 Pfunden in dem Wasser in die Höhe. Man hätte also nur nöthig 5 aufgeblasene Ochsenblasen an die versunckene 80 Pfund Eisen anzubinden, wenn man verlangete, daß es in dem Wasser in die Höhe steigen solte.

Ein schwererer Cörper beschwert die flüßige Materie nicht so starck als ein leichterer.

§. 182. Weil die gantze Schwere eines Cörpers von leichterer Art von der flüßigen Materie getragen wird (§. 172.), da sie hingegen nur einen Theil von der Schwere eines Cörpers von schwererer Art träget (§. 160.): so muß ein Cörper von leichterer Art stärcker auf die flüßige Materie drücken, als ein Cörper von schwererer Art, wenn beyde einerley Gewichte haben. So würden z. E. 80 Pfund Holtz das Wasser mit 80 Pfunden, 80 Pfund Eisen aber nur mit 10 Pfunden beschweren. Denn das erstere würde 80, das letztere aber nur 10 Pfund Wasser aus der Stelle treiben. Wenn also ein Cörper, welcher von leichterer Art ist, auf einmahl von schwererer Art würde: so würde er in dem letztern Falle nicht so starck auf die flüßige Materie drücken, als in dem ersteren; sondern er würde

mit

mit einem Theile seiner Schwere zu Boden sincken. Doch ist nicht zu leugnen, daß er um etwas weniges den Druck der flüßigen Materie vermehren würde, indem er ihre Theilgen vor sich herstiesse. Wenn man daher einen langen blechernen Cylinder ABCD, welcher mit der engen gläsernen Röhre FG Gemeinschaft hat, mit Wasser erfüllt, ein bleyern Gewichte in das Wasser hält, und sich die Höhe desselben in der engen gläsernen Röhre FG mercket: so wird man finden, daß das Wasser in der engen Röhre FG ein wenig höher hinaufsteigt, so lange das Gewichte in der weiten Röhre ABCD zu Boden fällt. Wenn man aber das bleyerne Gewichte an ein blechernes Gefässe bindet, daß es mit demselben auf dem Wasser in der Röhre ABCD schwimmt, wenn man sich ferner die Höhe des Wassers in der engen Röhre FG mercket, und sodann den Faden, woran das bleyerne Gewichte gebunden ist, abschneidet, daß es zu Boden fallen kan: so wird das Wasser in der gläsernen Röhre FG tiefer herunter fallen. Denn so lange das Gefäß mit dem Gewichte auf dem Wasser in der Röhre ABCD schwimmt: so drückt es mit seiner gantzen Schwere auf das Wasser, fällt es aber: so drückt es nur mit einem Theile seiner Schwere. Hieraus werden wir urtheilen können, was da erfolgen müsse, wenn man eine lange blecherne Röhre mit Fig. 38.

Wasser erfüllt, sie an den Arm einer Wage anhängt, und ferner an den Wagebalcken durch Hülfe eines Fadens ein bleyern Gewichte anbindet, welches man in das Wasser hinein läst. Denn in diesem Falle wird ein Theil der Schwere dieses Gewichts von dem Wasser, der andere aber von dem Wagebalcken getragen. Wenn man nun den Faden abbrennt, so fällt das Gewichte mit dem Theile der Schwere, welcher von dem Wagebalcken getragen wurde, in der blechernen Röhre zu Boden. Was ist es also Wunder, wenn die Seite des Wagebalckens, woran die blecherne Röhre hängt, leichter wird, so lange das Gewichte in dem Wasser zu Boden fällt? Gleichwohl hat dieses Experiment zu verschiedenen Streitigkeiten Gelegenheit gegeben.

Die vorigen Sätze gelten auch von flüßigen Materien.

§. 183. Alle diese Sätze sind allgemein, und gelten nicht nur von den festen, sondern auch von den flüßigen Cörpern, wenn sie sich nur nicht gleich mit einander vermischen. Queckſilber ist von schwererer Art als das Wasser, Queckſilber und Wasser sind von schwererer Art als die Luft. Es fällt aber auch Queckſilber in dem Wasser, Queckſilber und Wasser in der Luft zu Boden. Wenn man in ein Gläsgen mit einem engen Halse Wasser gieſſet, und es mit der Oeffnung auf rothen Wein oder ſpiritum vini ſetzet, so wird der Wein unter der Gestalt

sehr

sehr zarter Faden im Wasser in die Höhe, und das Wasser durch den Wein niedersteigen. Gewiß aus keiner andern Ursache, als weil der Wein leichter ist als das Wasser. Eben auf diese Art steigt das warme Wasser in dem kalten, und das süsse Wasser in dem Saltzwasser in die Höhe. Es muß also warmes Wasser leichter als kaltes, und süsses Wasser leichter als Saltzwasser seyn. Daß sich endlich eine leichte flüßige Materie in einer schwereren eintaucht können wir an den Oehltropfen wahrnehmen, wenn sie auf dem Wasser schwimmen.

In welchem Falle ein Cörper von schwererer Art auf einer flüßige Materie schwimmet.

§. 184. Nach diesem allen scheint es gantz unvermuthet und seltsam zu seyn, wenn man siehet, daß ein Cörper von schwererer Art auf einer flüßigen Materie schwimmt, besonders wenn man nicht behaupten kan daß solches von seiner Figur herrühret. Ein merckwürdiges Exempel haben wir an den Feilspänen von Eisen und anderen Metallen. Nichts ist gewisser, als daß sie schwerer sind als das Wasser. Dem aber ohngeachtet schwimmen sie auf demselben, und zwar in ziemlicher Menge, wenn man sie behutsam darauf legt. Doch drücken sie eine Grube in das Wasser, und wenn man diese etwas genauer betrachtet, so wird man sehen, daß zwischen den Feilspänen und dem Wasser viele Luftblässgen anzutreffen sind. Diese Luft verhindert, daß die Feilspäne und das Wasser einander

nicht unmittelbar berühren, daß sich das Wasser nicht an sie anhänget und darüber zusammen fliesset. Geschiehet aber dieses nicht: so müssen die Feilspäne durch ihre eigene Schwere die Wassertheilgen von einander trennen. Wie wolten sie untersincken, wenn die Wassertheilgen nicht von einander getrennt würden? So lange also die Schwere der Feilspäne noch nicht so groß ist, als die Kraft, mit welcher die Wassertheilgen zusammen hängen, so lange ist es nicht möglich, daß sie in dem Wasser zu Boden sincken. Es vermindert aber die zwischen den Feilspänen und dem Wasser befindliche Luft auch die Schwere der Feilspäne. Denn diese ist nicht anders anzusehen, als eine Menge kleiner Blasen, auf welchen der Feilstaub ruhet, und sie durch seine Schwere unter das Wasser drückt. Daher muß das Wasser, das die Grube erfüllen könte, welche die Feilspäne in das Wasser drücken, eben so schwer seyn, als die Feilspäne, welche auf dem Wasser ruhen. Ich habe ferner einen Quadratzoll geschlagen Gold auf das Wasser gelegt und ihn mit Feilstaube von Eisen beschwert: so konte ich 120 Gran drauf legen, ehe das Goldblättgen die Wassertheilgen von einander riß und untersunck. Wenn man dieses Experiment mit Oehle anstellt, und sich desselben an statt des Wassers bedient: so sinckt das Goldblättgen viel leichter als im Wasser

zu

zu Boden, ohnerachtet das Oehl viel zäher ist und seine Theilgen also stärcker zusammenhängen als die Wassertheilgen. Denn weil sich das Oehl sehr starck an das Goldblättgen anhängt: so vertreibt es leichter die zwischen dem Golde und dem Oehle befindliche Luft. Hieraus ist zugleich klar, warum die Feilspäne nicht so gut auf dem warmen als auf dem kalten Wasser schwimmen. Denn es wird nicht nur die zwischen ihnen und dem warmen Wasser befindliche Luft durch die Wärme ausgedehnt, und aus den Zwischenräumlein vertrieben, sondern es hängen auch die Theilgen des Wassers nicht so starck zusammen, wenn es warm, als wenn es kalt ist, welches alles unten soll erwiesen werden. Ja weil das warme Wasser sehr starck ausdünstet: so hängen sich diese Dünste an den Feilstaub an, und vermehren nicht nur seine Schwere; sondern sie machen auch, daß sich das Wasser leichter daran hänget und über ihn zusammen fliesset. Was hier von den Feilspänen gesagt worden, das gilt auch von einer Nehnadel. Auch diese schwimmet auf dem Wasser, und mehrere dergleichen Cörper, welche nicht gar zu schwer, dabey trocken sind, und horizontal auf das Wasser gelegt werden. Auf eben diese Art können einige Insecten über das Wasser hinweglaufen, ohne unterzusincken oder die Füsse naß zu machen: denn sie haben kleine Haare an

den

den Füssen zwischen welchen sich die Luft aufhält.

Von den Cörpern, welche mit der flüßigen Materie einerley Schwere haben.

§. 185. Ehe wir das gegenwärtige Capitel beschliessen, so müssen wir noch untersuchen, was es mit einem Cörper vor ein Beschaffenheit habe, welcher mit einer flüßigen Materie einerley Art der Schwere hat. Man sieht den Augenblick, daß ein solcher Cöper weder untersincken noch schwimmen könne. Soll er untersincken, so muß er von schwererer Art seyn; soll er schwimmen, so muß er von leichterer Art seyn. Er ist aber keines von beyden. Er wird demnach allenthalben in der flüßigen Materie verbleiben, wo man ihn hinstößt. Denn wenn ein Cörper z. E. mit dem Wasser einerley Schwere hätte: so würde das Wasser, welches eben so viel Raum als dieser Cörper erfüllte, auch eben so viel wiegen. Hieraus aber folgt, es müsse der Cörper so tief in das Wasser hinein sincken, bis der Theil, welchen er aus der Stelle treibt, ihm an der Grösse gleich ist. So bald er dieses gethan hat, so bald wird er von dem Wasser eben so starck in die Höhe gedrückt, als er vermöge seiner Schwere niederzusincken sucht. Er sinckt also nicht weiter unter, er schwimmt aber auch nicht, und daher hat es das Ansehen als habe er gar keine Schwere. Daher kömmt es, daß ein Cubiczoll Wasser in dem Wasser nicht untersinckt. Seine gantze Schwere wird von dem umste-

hen-

henden Wasser getragen. Und dieses ist sonder Zweifel die Ursache gewesen, warum die Alten in den Gedancken gestanden, die Elemente wären nicht schwer, wenn sie sich nur an ihren gehörigen Orte befänden. Ist nicht das Wasser in der Luft schwer, nicht aber in dem Wasser? Es würde ja untersincken müssen wenn es schwer wäre. Allein, was dieses vor ein schlechter Vernunftschluß sey, ist aus folgendem Experimente zu ersehen. Man binde ein Glas an eine Wage, man verstopfe es mit einem Gorck, und sencke es unter das Wasser, unter dem Wasser eröffne man das Glas: so wird es so gleich schwerer werden, so bald das Wasser hineindringt. Solte nun das Wasser vorher nicht eben so gegen das umstehende Wasser gedruckt haben, als es jetzo in dem Glase druckt? Giebt man aber dieses zu, so räumt man auch ein, daß Wasser im Wasser eine Schwere habe, ob sie gleich völlig getragen wird, und es also sich eben so verhält, als hätte es keine Schwere. Wenn man endlich fragt, wie es anzufangen sey, daß man einen Cörper bekomme, welcher mit einer flüßigen Materie einerley Schwere hat: so dienet zur Antwort, daß dieses eben so leichte nicht zu erhalten sey. Der kleinste Umstand giebt eine Veränderung, und macht einen solchen Cörper leichter oder schwerer als die flüßige Materie. Doch wird man mit einem Hünerey es noch

am ersten zuwege bringen können. Dieses ist schwerer als süsses, und leichter als saltziges Wasser. Daher sinckt es in dem ersten zu Boden und schwimmt auf dem letztern. Wenn man nun saltziges und süsses Wasser mit einander vermischt: so kan man es endlich dahin bringen, daß das Ey mitten im Gefässe stehen bleibt. Alsdenn hat es mit dem Wasser mitten im Gefässe einerley Art der Schwere. Doch ist nicht zu leugnen, daß sich dieses nicht von allem Wasser in dem Gefässe behaupten lasse. Denn das untere Wasser ist saltziger, und also schwerer als das obere. Daher ist das Ey leichter als das untere, und schwerer als das über ihm stehende Wasser. Daß im übrigen die flüßige Materie um so viel schwerer werde als ein solcher Cörper wiegt, ist leicht zu erachten: denn seine gantze Schwere wird von der flüßigen Materie getragen.

Das 5. Capitel,

Von der anziehenden Kraft der Cörper.

§. 186.

Einleitung. Wenn ein Cörper in den andern würckt, so verrichtet er seine Würckung zwar allezeit nach der Perpendicularlinie, dem aber ohngeachtet können wir uns zwey verschiedene Ar-

Arten der Würckungen vorstellen. Denn der leidende Cörper bewegt sich entweder von dem würckenden hinweg, oder er bewegt sich gegen den würckenden Cörper. Die erste Art der Würckung haben wir bereits in dem Capitel von der Bewegung betrachtet da wir so wohl von dem Stosse als Drucke gehandelt haben. Nun werden wir auch die andre Art der Würckung, welche man das Anziehen, gleich wie die Kraft von der sie herrühret die anziehende Kraft zu nennen pflegt, betrachten müssen. Wir werden sehen daß dergleichen würcklich in der Natur vorhanden sey, und daß sie das Zusammenhängen derer Theile eines Cörpers verursache. Denn da diejenigen Cörper zusammenhängen, welche von einander zu trennen eine grössere Kraft vonnöthen ist, als sie zu bewegen, wenn sie bereits von einander abgesondert sind, so muß das Zusammenhängen der Cörper zum wenigsten der kleinesten Theilgen derselben nothwendig von einer gewissen Kraft herrühren. Dieses ist entweder eine druckende oder anziehende Kraft, indem keine dritte gedacht werden kan. Beyde sind vermögend ein Zusammenhängen zu verursachen, so hängen z. E. die Hände zusammen, wenn man sie beyde gegeneinander drückt, es hängt aber auch das Eisen mit dem Magneten zusammen, wenn er dasselbe an sich zieht. Da aber nicht von der blossen Möglichkeit, sondern vielmehr

davon

davon die Rede ist was würcklich geschichet, so werden wir uns beständig an die Erfahrung halten, und dadurch ausmachen müssen, ob das Zusammenhängen der Cörper von einer druckenden oder anziehenden Kraft ihrer Theile herrühre.

Ein Zweifel wird gehoben.

§. 187. Wenn man setzt daß alle Cörper eine anziehende Kraft haben, so ist es gewiß daß alle Cörper zusammenhängen müssen so bald sie einander berühren. Gleichwohl sehen wir, daß so viele Cörper einander berühren, bey welchen sich nicht das geringste Zusammenhängen wahrnehmen läst. Allein, was folgt hieraus? Gewiß, weiter nichts, als daß man zwischen einem mercklichen und unmercklichen Zusammenhängen der Cörper einen Unterscheid zu machen habe. Können nicht viele Cörper einander in ihrer gantzen Oberfläche zu berühren scheinen, die einander entweder gar nicht, oder doch nur in sehr wenig Puncten berühren? Ja kan die anziehende Kraft selbst nicht bisweilen so schwach seyn daß wir ihre Würckungen nicht wahrnehmen können? Ich werde mir die Freyheit nehmen es so lange als eine Hypothese zu behaupten, daß ein jedes Theilgen eines Cörpers eine anziehende Kraft besitze, biß ich in dem folgenden zeigen werde, daß sich dieses in der That so verhalte. Meine Leser werden mir aber auch die Gerechtigkeit wiederfahren lassen, und diesen Satz hernach nicht für eine willkührliche ohne

Grund

Grund und bloß für die Langeweile angenommene Meynung halten.

Das Zusammenhängen ist eine Würckung.

§. 138. Weil ein Cörper, der mit einem andern zusammenhängt, der Kraft, welche ihn von dem andern trennen will, widersteht (§. 145.), und der Widerstand unter die Würckungen eines Cörpers zu zählen ist (§. 50.): so müssen die Cörper, wenn sie unter einander zusammenhängen, in einander würcken.

Das Zusammenhängen ist der Anzahl der Berührungspuncte proportional.

§. 139. Diejenigen Theilgen der Cörper, welche einander berühren, ziehen einander an sich und hängen also unter einander zusammen. Derowegen müssen zwey Cörper desto stärcker zusammenhängen, je mehrere Theilgen derselben einander berühren. Da sich nun solchergestalt die Kräfte, mit welchen die Cörper zusammenhängen, als wie die Flächen verhalten, mit welchen sie einander berühren: so muß das Zusammenhängen der Anzahl der Berührungspuncte proportional seyn. Die Erfahrung stimmet damit überein. Man binde ein Stück Holtz durch Hülfe eines Fadens an eine Wage, und lasse es in das Wasser: so wird es mit dem Wasser zusammenhängen, so bald es nur die Oberfläche des Wassers berühret, und man wird auf die andere Wageschale Gewichte auflegen müssen, wenn man das Holtz von dem Wasser loßreissen will. Auf diese Weise kan man also die Kraft bestimmen, mit

welcher die Wassertheile zusammenhängen. Wenn man nun diesen Versuch mit einem Holtze anstellet, dessen Grundfläche noch einmahl so groß ist als die Grundfläche des vorigen, und das folglich das Wasser in noch einmahl so viel Puncten berühret: so wird man noch einmahl so viel Gewichte nöthig haben, das Holtz von dem Wasser loß zu reissen, und so wird man ferner finden, daß man dreymahl so viel Gewichte vonnöthen hat, wenn die Grundfläche des Holtzes, damit es das Wasser berühret, dreymahl so groß ist. Es zeigt demnach das gegenwärtige Experiment, daß das Zusammenhängen der Anzahl der Berührungspuncte proportional sey.

Erfahrungen von dem Zusammenhängen.

§. 190. Die durch die Vergrösserungsgläser gemachten Erfahrungen bestätigen, daß die meisten Cörper eine rauhe Oberfläche haben, oder daß immer einige Theilgen über die andern erhaben sind. Nun setze man, es sey ein Cörper gantz glatt in der Oberfläche, ausser daß ein eintziges Theilgen desselben höher stünde als die übrigen: so kan dieser Cörper einen andern völlig zu berühren scheinen, da er ihn doch nur in einem unmercklichen Puncte berühret. Weil nun das Zusammenhängen der Anzahl der Berührungspuncte proportional ist (§. 189.): so muß der gedachte Cörper mit einem andern so schlecht zusammenhängen, daß man es mit den Sinnen

nen gar nicht wahrzunehmen im Stande ist. Hieraus erhellet also, warum die wenigsten Cörper, wenn man den Sinnen nach urtheilet, zusammenhängen, ohnerachtet sie einander berühren. Bey solchen aber kan man ein Zusammenhängen wahrnehmen, welche geschickt sind einander in vielen Puncten zu berühren. Dergleichen sind nun die flüßigen Cörper, und diejenigen, welche weich sind, bey denen man also durch Drücken die Anzahl der Berührungspuncte vermehren kan. Wir haben hier wieder die Erfahrung auf unserer Seite. Die meisten flüßigen Materien, welche wir kennen, Milch, Wasser, Wein, spiritus vini &c. hängen sich an den festen Cörpern, an Metall, Stein, Holtz, Papier ꝛc. mercklich an. Weiches Wachs, Pech und Thon darf man nur an andere Cörper feste andrücken: so bleiben sie daran hängen. Was geschiehet aber durch dieses Andrücken anders, als daß die Anzahl der Berührungspuncte vermehret wird? Eben dieses ist auch die Ursache, warum der Schnee so feste zusammenhängt wenn man ihn zusammendrücket, und warum das aus der Eisenerde geschmoltzene Eisen unter den Hammer gebracht wird. Die Theilgen kommen dadurch näher an einander, die Anzahl der Berührungspuncte wird vermehret, und solchergestalt wird ein stärckeres Zusammenhängen der Theilgen und eine grössere Festigkeit dieser

Cörper zuwege gebracht (§. 198.). Weil auch das Bley mit unter die weichen Cörper gehöret: so läst sich hieraus begreiffen, warum zwey bleyerne Cylinder so feste zusammenhängen, daß man sie auch durch viele Gewichte nicht von einander reissen kan, wenn man ihre Grundflächen mit einem Messer glatt machet und sie hernach fest an einander andrücket. Ich habe es mit zwey bleyernen Kugeln versucht und zwölf Pfund daran gehangen, ohne daß sie davon von einander gegangen wären. Dem ohnerachtet hatten die beyden Grundflächen einander nicht sonderlich berühret. Denn nachdem ich die Kugeln mit Gewalt von einander riß: so sahe man, daß die Berührung in einer Fläche geschehen, welche ohngefehr von 6 Mohnkörnern hätte bedeckt werden können. Könte man aber die Kugeln so glatt machen, daß sie einander in der gantzen Grundfläche berührten: so würden sie ohnfehlbar so starck zusammenhängen, als wenn sie aus einem Stück gegossen wären. Daß der Druck der Luft dieses Zusammenhängen der bleyernen Kugeln nicht verursachet, ist daraus abzunehmen, weil die Kugeln nicht von einander gehen, wenn man sie gleich unter dem Recipienten aufhängt, ein Gewichte unten daran bindet, und die Luft auf das sorgfältigste auspumpet; welches ich selbst öfters versucht habe. Es müste ja die Würckung aufhören,

wenn

wenn die würckende Ursache hinweggenommen würde. Viel wahrscheinlicher ist es daß sich die Theilgen des Bleyes durch das Drücken und Pressen in einander verwickeln.

Die Cörper können vermöge ihrer Figur zusammenhängen.

§. 191. Ohnerachtet die Cörper vermöge ihrer anziehenden Kraft, zusammenhängen müssen, so bald sie nur einander berühren: so ist doch nicht zu leugnen, daß diese Würckung noch durch andere, als die angeführte Ursache, könne erhalten werden. Hieher gehöret erstlich, daß die Cörper vermöge ihrer Figur zusammenhängen können, auf welche Art die Glieder an einer Kette verbunden sind. Die Natur pflegt sich dieses Kunstgrifs ebenfals zu bedienen, wovon wir an den Klauen, welche an den Füssen der Fliegen und andern Ungezieffers anzutreffen sind, ein Exempel gehabt haben (§. 5.). Wenn man die Brennnesseln durch ein Vergrösserungsglas betrachtet: so entdeckt man auf ihrer Oberfläche ein Hauffen kleine Stacheln, welche oben nicht nur sehr spitzig, sondern auch härter sind als unten. Denn unten sitzen sie gantz locker in dem Blatte. Greift man nun diese Brennnesseln an: so sticht man sich die Stacheln in die Finger, welche sich sodann von dem Blatte loßreissen und in der Haut stecken bleiben. Eine gleiche Beschaffenheit hat es mit dem Stachel der Bienen. So glatt er auch zu seyn scheinet, so findet man doch durch gute Vergrösserungsgläser kleine Widerhacken

daran, und daher kömmt es, daß die Biene den Stachel zurück lassen muß, wenn sie ihn ein wenig tief in die Haut hineingestochen hat. Es ist also gar kein Zweiffel, daß nicht öfters das Zusammenhängen der Cörper ihrer Figur zuzuschreiben sey. Daß sich aber dieses nicht allenthalben anbringen lasse, ist unter andern daraus abzunehmen, weil die kleinsten Theilgen der Cörper auf diese Art ohnmöglich zusammenhängen können, indem sie sonst wieder aus kleinen Häckgen ohne Ende fort zusammengesetzt seyn müsten; welches mit den Maximen der Natur, die eine Feindin der beständigen Aehnlichkeit ist, streitet. Man wird in der That finden, daß viele in den Gedancken stehen, es sey das Zusammenhängen aller Cörper von der Figur der kleinen Theilgen herzuleiten. Und was ist es Wunder? Diese Häckgen kommen ihnen nicht hoch zu stehen, sie können ihrer so viel umsonst haben als sie bedürffen. Des Cartes ist insonderheit darinnen sehr sinnreich gewesen. Es konte fast keine Würckung der Natur vorkommen, so hatte er einen gnugsamen Vorrath von spitzigen, zackigten, länglichten, viereckigten und anderen Theilgen bey der Hand. Dieses aber heist, Ursachen der natürlichen Begebenheiten erdichten, und sie nicht aus der Beschaffenheit der Sache selbst herleiten.

§. 192.

Digitized by Google

§. 192. Es müssen ferner die Cörper zusammenhängen, wenn sie von einer flüßigen Materie nach entgegengesetzten Richtungen an einander gedruckt werden. Denn in diesem Falle muß man erst den Widerstand einer solchen flüßigen Materie überwinden, wenn man die Cörper von einander trennen will (§. 145.). Daß der Druck des Wassers ein Zusammenhängen zweyer Cörper verursachen könne, ist aus dem in dem vorigen Capitel angeführten Experimente zu schliessen (§. 167.). Daß aber auch dieses von dem Drucke der Luft gelte, soll in dem folgenden durch verschiedene Experimente erwiesen werden. Allein auch dieses kan keine allgemeine Ursache von dem Zusammenhängen der Cörper und ihrer Theilgen seyn. Denn die flüßige Materie ist entweder so dichte, daß sie nur auf die Oberfläche der Cörper druckt, ohne in ihre Zwischenräumgen hinein zu dringen, oder sie fliest frey durch alle Zwischenräumgen eines Cörpers, oder sie geht nur durch die grösten Zwischenräumgen, ohne in die kleinern hinein zu dringen. In dem ersten Falle giebt man zu, daß die flüßige Materie einiges Zusammenhängen unter den Cörpern verursachen könne. Allein, wie kan sie machen, daß die kleinsten Theilgen der Cörper zusammenhängen? und würde nicht der Cörper in einen Staub zerfallen müssen, so bald eine solche grobe Materie, dergleichen die

Es können Cörper durch den Druck einer flüssigen Materie zusammenhängen.

Luft und das Wasser ist, hinweggenommen würde? Im andern Falle würde es gar nicht möglich seyn, daß eine so subtile flüßige Materie ein Zusammenhängen der Cörper oder ihrer Theilgen hervorbrächte. Sie fließt frey durch durch alle Zwischenräumgen, wie das Wasser durch ein Sieb, sie findet gar keinen Widerstand. Widersteht aber der Cörper nicht ihrer Bewegung: so kan sie nicht in ihn würcken (§. 36.), würckt sie nun nicht in ihn, wie kan sie denn machen, daß seine Theilgen zusammenhängen (§. 188.)? Was den letztern Fall betrifft: so müste eine flüßige Materie, welche nicht zwischen denen kleinen Theilgen eines Cörpers durchkommen könte, ihn vielmehr von einander stossen, und seine Theile von einander absondern, als daß sie einiges Zusammenhängen unter ihnen hervorbringen sollte. Das Feuer ist von dieser Art, und die vielfältige Erfahrung bezeuget zur Gnüge, daß es die Theilgen der Cörper von einander reist und ihr Zusammenhängen aufhebet. Ich geschweige, daß man erst erweisen müste, es sey dergleichen subtile Materie würcklich vorhanden, welche das Zusammenhängen der Cörper verursachte, wenn man gleich zugeben wolte, daß es möglich sey, diese Würckung von einer solchen Ursache herzuleiten.

Die Theile eines flüßigen Cörpers

§. 193. Weil die Theilgen der meisten Cörper einander berühren, und ein Cörper mit einem andern zusammenhängt wenn er ihn

ihn berührt (§. 186.): so müssen die Theilgen der meisten Cörper unter einander zusammenhängen. Weil aber ferner das Zusammenhängen der Anzahl der Berührungspuncte proportional ist (§. 189.): so müssen die Theilgen eines Cörpers einander in wenig Puncten berühren, wenn sie nicht starck zusammenhängen sollen. Nun ist aus der Erfahrung klar, daß die Theilgen der flüßigen Cörper sehr schlecht zusammenhängen (§. 146.). Sie müssen demnach eine solche Figur haben, vermöge welcher sie einander in vielen Puncten zu berühren nicht geschickt sind. Kein Cörper berührt den andern weniger, als eine Kugel die andere. Es werden also die Theilgen der flüßigen Cörper eine kugelrunde oder der kugelrunden ähnliche Figur besitzen. Wir finden aber ferner, daß die flüßigen Materien in Ansehung des Zusammenhängens ihrer Theilgen von einander unterschieden sind, und daß eine immer zäher ist als die andere. Man verstehet nemlich durch die Zähigkeit die Kraft, mit welcher die Theilgen einer flüßigen Materie zusammenhängen.

haben eine runde Figur.

§. 194. Wenn die Theilgen einer flüßigen Materie einander an sich ziehen: so wird diese Würckung, gleichwie eine jede andere, mit der Masse oder der Anzahl der Theile zunehmen (§. 56.). Sie wird demnach von der Seite am stärcksten seyn, da sich die meisten Theile der flüßigen Materie befinden. Hier-

Warum sich flüßige Cörper in Tropfen zertheilen lassen.

aus aber folgt, es müssen sich die Theilgen einer flüßigen Materie so lange gegen einander bewegen, bis auf allen Seiten gleich viel anzutreffen sind, das ist, bis die Entfernung der äussersten Theilgen von dem Mittelpunct allenthalben gleich groß ist (§. 28.). In keinem Cörper sind die äussersten Puncte von dem Mittelpuncte gleich weit entfernet, als in der einzigen Kugel. Derowegen muß eine flüßige Materie ihr selbst gelassen eine kugelrunde Gestalt annehmen, und dieses ist eben die Ursache, warum sie sich in Tropfen zertheilen lässet. Es ist wohl wahr, daß, wenn die flüßige Materie schon eine kugelrunde Gestalt hätte, daß, sage ich, dieselbe durch den Druck einer andern flüßigen Materie könne erhalten werden; allein, wenn dieses die Ursache von der kugelrunden Gestalt der Tropfen seyn solte: so würde folgen, daß ein Tropfen eine jede Figur behalten müßte, die man ihm gäbe (§. 160.). Da nun dieses der Erfahrung widerspricht: so wird die runde Figur der Tropfen ihren Ursprung nicht von dem Drucke der Luft oder einer andern flüßigen Materie erhalten können. Wenn z. E. eine flüßige Materie die Figur ABDE hätte; so würden die Theile AC und DC eine stärckere Bemühung, sich gegen den Mittelpunct C zu bewegen, anwenden, als die Theile EC und BC (§. 56. u. f.). Derowegen müssen sich die Theile AC und DC würcklich

Tab. IV Fig. 46.

lich gegen den Mittelpunct C bewegen, und die andern CB und CE sich davon entfernen, bis eine kugelrunde Gestalt herauskömmt (§. 28.). Denn sodann wird die Würckung der anziehenden Kraft von allen Seiten gleich groß seyn, und also die Ruhe und das Gleichgewicht in den Tropfen hervorgebracht werden (§. 27.). Ich geschweige, daß ein Wassertropfen seine runde Figur in einem luftleeren Raume nicht behalten könte, wenn die Luft dieselbe verursachte. Denn die Theilgen würden vermöge ihrer Schwere herunterfallen, wenn sie nicht zusammenhingen, sie würden aber nicht zusammenhängen, wenn die Luft, als die Ursache ihres Zusammenhängens hinweggenommen würde.

In welchem Falle ein Tropfen seine Figur verändert.

§. 195. Es kan aber nur alsdenn eine kugelrunde Figur der flüßigen Materie entstehen, wenn der anziehenden Kraft nicht widerstanden wird. So kan sich z. E. ein gantzes Pfund Wasser ohnmöglich von selbst in eine kugelrunde Gestalt versetzen, noch auch dieselbe ihm selbstgelassen behalten. Die Schwere ist alsdenn viel gröſſer als die Kraft, damit die Wassertheilgen zusammenhängen. Sie reißt also die Wassertheilgen von einander, und macht daß sie so lange niedersincken, als sie können.

Warum zwey Wassertropfen

§. 196. Wenn zwey Tropfen von einer flüßigen Materie einander berühren; so ziehen sie einander an sich (§. 186.)

zusammenfliessen.

186.), das ist, sie würcken in einander (§. 188.), und wenden also eine Bemühung an sich gegeneinander zu bewegen. Es ist nichts vorhanden, daß dieser Bewegung widerstehen könte, derowegen müssen diese Tropfen in einen Tropfen zusammen fliessen.

Ein schwererer Cörper hat mehr mögliche Berührungspuncte als ein leichterer

§. 197. Ein Cörper von schwererer Art hat mehrere Theilgen der Materie in demselben Raum als ein Cörper von leichterer Art (§. 158.). Wenn er also durchaus aus einerley Materie bestehet: so wird er auch mehrere Theilgen in seiner Oberfläche haben müssen, als ein Cörper von leichterer Art. Nun ist die Anzahl der Berührungspuncte desto grösser, je grösser die Menge derer Theilgen in der Oberfläche ist. Derowegen sind bey einem Cörper von schwererer Art, welcher durchaus aus einerley Materie besteht, mehrere Berührungspuncte möglich, als bey einem Cörper von leichterer Art.

Wie man die Schwere der Theilgen eines Cörpers bestimmet.

§. 198. Theilgen von schwererer Art haben mehr Masse, als Theilgen von leichterer Art (§. 58.). Sie besitzen demnach eine grössere anziehende Kraft als die andern (§. 56.), und wir werden also auf ein Mittel bedacht seyn müssen, dadurch wir ausmachen können, ob die Theilgen eines Cörpers von schwererer Art sind als eine flüßige Materie, oder nicht. Man wird vermuthlich nicht irren, wenn man behauptet, daß diejenigen Theilgen von schwererer Art sind als eine flüßige Materie, welche

che in derselben zu Boden sincken (§ 170.). Damit aber dieses könne erhalten werden: so wird man die Zwischenräumgen eines solchen Cörpers vorher mit der flüßigen Materie erfüllen müssen, damit nicht die vielen Luftlöcher das Untersincken verhindern.

Wird mit einigen Exempeln erläutert.

§. 199. Holtz, Leinwand, Pappier, ein Schwamm u. s. w. schwimmen auf dem Wasser; wenn man aber ihre Zwischenräumgen mit Wasser erfüllt, so sincken sie zu Boden. Man darf sie nur entweder lange in dem Wasser liegen lassen, oder wenn man sie hineingelegt hat, die äussere Luft hinwegpumpen: so drücket hernach die Luft das Wasser in ihre Zwischenräumgen hinein, und sie sincken alsbald unter. Vielleicht kömmt aber dieses nur daher, weil die gedachten Cörper durch das in ihre Zwischenräumgen gedrungene Wasser schwerer gemacht worden sind, als sie vorher waren. Allein dieser Zweifel kan einem nur alsdenn einfallen, wenn man nicht bedenckt, daß Wasser im Wasser nichts wiegt, oder eigentlicher zu sagen, daß seine Schwere von dem umstehenden Wasser getragen wird (§. 185.), und daß es solchergestalt die Schwere dieser Cörper nicht vermehren könne. Sinckt nun ein nasses Holtz, Schwamm oder Pappier in dem Wasser zu Boden: so muß dieses von der eigenen Schwere seiner Theilgen herrühren, und sie müssen also von schwererer Art seyn als das Wasser. Ich

weiß

weiß wohl, daß ein nasses Holtz in der Luft mehr wiegt als ein trockenes; ich weiß aber auch wohl daß dieses in dem Wasser nicht eben so seyn könne. In der Luft wiegt das Wasser, welches die Zwischenräumgen erfüllet, mit, keinesweges aber im Wasser. Es wird sich also niemand daran stossen, wenn in dem folgenden gesagt wird, Holtz, Pappier, Leinwand und ein Schwamm wären von schwererer Art als das Wasser. Ich verstehe im gegenwärtigen Capitel allezeit die Schwere der Theilgen, und nicht die Schwere des gantzen Cörpers; sonst wäre es freylich eine grosse Einfalt, wenn man behaupten wolte, das Holtz schwerer wäre, als das Wasser, da man doch siehet, daß es auf dem Wasser schwimmet. Es ist allerdings leichter, aber seine Theilgen sind schwerer als das Wasser. Es schwimmt also bloß wegen der vielen Zwischenräumgen, so mit Luft erfüllet sind, und welche nicht anders anzusehen sind, als eben so viele Luftblasen, welche das Holtz in den Stand setzen auf dem Wasser zu schwimmen. Weil ferner das Amalgama von einem jedem Metalle im Quecksilber zu Boden sincket; so müssen die Theile der Metalle ebenfals von schwererer Art seyn als das Quecksilber. Da nun sonst alle Metalle, ausser dem Golde, leichter sind als das Quecksilber (§. 169.), und daher auf demselben schwimmen: so muß auch dieses Schwim-

men

men bloß davon herrühren, daß sie viele Zwischenräumgen haben, welche mit eigenthümlicher Materie nicht erfüllet sind. In der Chymie wird gelehret, wie ein Amalgama zu verfertigen sey. Man muß nemlich das Metall schmeltzen und Queckſilber darunter giessen. Denn so bekömmt man eine weiche Masse, welche durch Vermischung des Queckſilbers und eines Metalles entstanden ist. Solchergestalt verhält sich ein Amalgama gegen das Queckſilber eben so, als wie ein Holtz, welches das Wasser durchdrungen hat, gegen das Wasser; und in so ferne gilt auch von diesem, was von jenem vorher ist erwiesen worden.

Eine flüssige Materie hängt mit einem schwereren Cörper stärcker zusammen als ihre Theilgen untereinander zusammenhängen.

§. 200. Wenn eine flüßige Materie einen Cörper, dessen Theilgen von schwererer Art sind, in allen möglichen Puncten berührt; so ziehet der schwerere Cörper die flüßge Materie stärcker an sich als die Theile der flüssigen Materie einander an sich ziehen. Derowegen muß eine flüßige Materie, wenn sie einen Cörper von schwererer Art in allen möglichen Puncten berühret, stärcker mit diesem Cörper zusammenhängen, als ihre Theilgen unter sich zusammenhängen. Ich bin darauf bedacht gewesen, solches durch die Erfahrung zu bestätigen. Ich habe zu dem Ende ein verzinnetes Blech, welches die Grösse eines Quadratzolles hatte, vermittelst eines Fadens an eine richtige Wage angehängt, und

und durch ein Gewicht in wagerechten Stand gesetzt. Als dieses Blech die Oberfläche des Wassers berührte: so hing es so starck damit zusammen, daß man 72 Gran auf die andere Wageschale legen muste, um es von dem Wasser loszureissen. Hieraus war also abzunehmen, daß die Theilgen des Wassers, welche in dem Raume eines Quadratzolles beysammen sind, mit einer Kraft von 72 Granen zusammenhangen. Wolte man gleich einwenden, es sey hiedurch nicht so wohl die Kraft gefunden worden, mit welcher die Wassertheilgen unter sich zusammenhängen, als vielmehr, wie starck sie sich an das Blech angehängt hätten: so wird man doch das Gegentheil zugeben müssen, wenn man bedenckt, daß das Blech noch naß verbleibt, wenn man es von dem Wasser loßgerissen hat, und daß also durch das loßreissen des Bleches von dem Wasser die Theilgen des Wassers nicht so wohl von dem Bleche, als vielmehr selbst von einander getrennt worden sind. Hierauf nahm ich Holtz, und befeuchtete es mit ein wenig Wasser. Da ich nun das vorige Blech daran drückte: so hatte man 220 Gran nöthig, es davon loßzureissen. Also hing das Wasser mit dem Holtze 3 mahl stärcker zusammen als seine Theilgen unter sich zusammenhingen. Wenn das Holtz und der blecherne Quadratzoll beyderseits trocken waren: so konte man gar kein Zusammenhängen zwischen

ihnen

ihnen wahrnehmen. Es muß also ihr Zusammenhängen allein dem Wasser zuzuschreiben seyn, welches sich zwischen beyden Cörpern befunden; und solchergestalt kan man, ohne den geringsten Irthum zu besorgen, die 220 Gran, welche vonnöthen waren, das Blech von dem nassen Holtze loßzureissen, vor die Kraft annehmen, mit welcher sich das Wasser an das Holtz anhänget. Ferner bediente ich mich an statt des Holtzes einer meßingenen Platte. Sie war ebenfalls so wenig glatt, daß sie mit dem blechernen Quadratzolle gar nicht zusammenhängen wolte, wenn sie trocken war. Diese Platte war nur ein wenig mit Wasser befeuchtet: so ward ein Gewichte von 292 Granen erfodert, den blechernen Quadratzoll davon loßzureissen. Zeigt aber nicht dieser Versuch, daß das Wasser mit dem Meßing 4 mahl stärcker zusammenhängt, als seine Theilgen unter einander zusammenhängen? Endlich habe ich es auch mit dem Glase versucht. Bey diesem war das Zusammenhängen am stärcksten: denn ich brauchte 446 Gran, den blechernen Quadratzoll von dem befeuchteten Glase loßzureissen. Es hängt demnach das Wasser mehr als 6 mahl stärcker mit dem Glase zusammen, als die Wassertheilgen unter sich zusammenhängen. Und so bestätigt die Erfahrung den Satz, daß eine flüßige Materie mit einem Cörper, dessen Theilgen

von schwererer Art sind, stärcker zusammenhange, als ihre Theilgen untereinander zusammenhängen. Denn niemand zweifelt, daß Meßing und Glas in Ansehung ihrer Theilgen von schwererer Art sind als das Wasser. Von dem Holtze aber ist vorher eben dasselbe erwiesen worden (§. 199.).

Was hieraus folget.

§. 201. Weil nun Metall, Stein, Glas, Saltz, Holtz, Leinwand, u. s. w. in Ansehung ihrer Theilgen von schwererer Art sind als Wasser, Bier, Wein, Brandewein u. s. w. so ist es kein Wunder, daß sich die gedachten flüßigen Materien an diese Cörper so feste anhängen und dieselbe befeuchten. Denn man sagt, daß ein Cörper befeuchtet worden sey, wenn sich eine flüßige Materie merklich an ihn angehänget hat. Eben so ist klar, daß sich das Queckſilber an die Metalle anhängen und sie befeuchten müsse, weil auch die Theile der Metalle von schwererer Art sind als das Queckſilber (§. 199.). Es versteht sich aber, daß so wohl das Queckſilber als die Metalle rein und sauber seyn müssen, damit beyde Cörper einander unmittelbar berühren können, und daß diese Berührung nicht durch die Unreinigkeit verhindert werde. Nur das Eisen allein macht hier eine Ausnahme. Seine Theilgen sind von schwererer Art als das Queckſilber. Denn Eisen ist schwerer als Zinn, und die Theilgen des Zinnes sind schwerer als Queckſilber, und gleichwohl will

sich

sich das Queckſilber nicht an das Eiſen anhängen und es befeuchten. Solte wohl hieraus folgen, daß das Eiſen eine Kraft habe das Queckſilber von ſich zu ſtoſſen; oder ſollen wir den Schluß machen, es müſſe das Queckſilber das Eiſen nicht in allen möglichen Puncten berühren?

§. 202. Weil Siegellack von leichterer Art iſt als Metall; ſo ſieht man, was die Urſache ſey, daß es mit einem metallenen Petſchaft ſo feſte zuſammenhängt, wenn man das Petſchaft vorher heiß gemacht hat. Es iſt wohl wahr, daß dieſes nicht geſchieht wenn das Petſchaft kalt iſt; allein in dieſem Falle wird das warme Siegellack durch Berührung eines kalten Metalles in einen engern Raum zuſammengezogen, und feſte gemacht. Solchergeſtalt wird die Anzahl der Berührungspuncte zwiſchen beyden Cörpern vermindert. Iſt aber dieſes: ſo wird es uns nicht befremden, wenn ſie nicht mercklich zuſammenhängen wollen (§. 189). Weitere Ausführung des vorhergehenden.

§. 203. Wenn man zwey glatt polirte Marmor über dem Lichte erwärmet, ſie mit Unſchlitt beſchmieret, und feſte an einander andrücket: ſo wird man, nachdem ſie kalt geworden, die gröſte Gewalt vonnöthen haben, ſie von einander zu reiſſen. Die Urſache hievon ſuchen die meiſten Naturkündiger in dem Drucke der Luft. Allein ſo ofte ich den Druck der Luft gegen die Marmor berechnet, ſo ha- Warum 2 glatte Marmor ſo feſte zuſammenhängen.

be ich gefunden, daß 9 biß 10 mahl mehr Gewichte vonnöthen gewesen, die Marmor von einander zu reissen, als der Druck der Luft ausmachet. Man brauchte 500 Pfund 2 Marmor von einander zu reissen, welche von der Luft nicht stärcker als mit einer Kraft von 45 Pfunden konten zusammengedrückt werden, wenn man gleich annehmen wolte, die Luft habe gegen die gantze Grundfläche der Marmor ihren Druck geäussert. Ja sie sind mir niemahls in einem luftleeren Raume von einander gegangen, wenn ich gleich ein ziemlich schweres Gewicht daran gehängt, und die Luft so rein ausgepumpt habe als es mir möglich gewesen. Dieses alles könnte nicht statt haben, wenn der Druck der Luft die eintzige oder doch die vornehmste Ursache von dem Zusammenhängen der Marmor seyn solte. Es wird aber auch nicht schwer fallen, dieselbe zu entdecken, wenn wir nur zwey Fälle wohl von einander unterscheiden. Die Marmor sind entweder gantz glatt in der Grundfläche, da sie einander berühren, oder sie sind es nicht. Wenn sie gantz glatt sind; so berühren sie einander in vielen Puncten. Sie hängen also starck mit einander zusammen, gleichwie alle Cörper vermöge der anziehenden Kraft, welche sie besitzen, zusammenhängen, so bald sie nur einander berühren. So hängen zwey meßingene polirte Platten oder zwey recht ebene Spiegel sehr feste zusammen, ohnerachtet

man

man nichts darzwischen geschmiert hat. Doch lassen sich diese Cörper nach der Seite gantz leicht auf einander hin und her schieben, weil die anziehende Kraft, wie eine jede andere ihre Würckung, nach der Perpendicularlinie verrichtet (§. 52.) und also dieser Bewegung gar nicht widerstehet (§. 30.). Der andere Fall, welcher hier zu betrachten vorkömmt, ist dieser, wenn zwey Marmor in ihrer Grundfläche nicht vollkommen glatt sind und einander nur in sehr wenig Puncten berühren. Und dieser Fall kömmt wohl am öftersten vor, indem es schwer fällt, zwey recht glatte Marmor zu bekommen. Solche Marmor hangen also nicht mercklich zusammen, wenn man sie bloß an einander setzet, und nichts darzwischen schmieret. Allein, wenn man sie über dem Feuer erwärmet, und ihre Grundflächen mit Unschlitt oder Wachs beschmieret: so werden sie mehr als zu feste zusammenhängen. Man sieht wohl, daß man dieses nicht von der unmittelbaren Berührung der Marmor herleiten könne; sie würden ja auch zusammenhängen müssen, wenn man gleich kein Unschlitt darzwischen schmierte. Da aber dieses gleichwohl nicht geschiehet: so sehe ich nicht, was man hieraus natürlicher schliessen könne, als daß das zwischen die Marmor geschmierte Unschlitt die vornehmste Ursache von ihrem Zusammenhängen sey. Wie ist aber dieses möglich? Die Theilgen des Unschlitts

hängen ia sehr schlecht unter einander zusammen, und doch wird so eine grosse Gewalt erfodert die beyden Marmor von einander zu reissen. Allein, haben wir nicht bereits vorher gesehen, daß sich eine flüßige Materie an einen Cörper von schwererer Art stärcker anhänge, als ihre Theilgen unter sich zusammenhängen (§. 200.)? Was ist es also Wunder, wenn sich das Unschlitt so fest an die Marmor anhängt, und ein so starckes Zusammenhängen derselben verursacht, da man sie nicht von einander reissen kan, ohne zugleich das Unschlitt von dem Marmor zu trennen. Und finden wir nicht in der That, daß die Marmor stärcker zusammenhangen, wenn man wenig, als wenn man viel Unschlitt darzwischen schmieret? Hiedurch aber wird mein Satz zur Gnüge bestätigt. Denn in dem ersten Falle muß man das Unschlitt von dem Marmor los reissen, in dem andern aber hat man nur nöthig, die Theilgen des Unschlitts von einander zu trennen.

Erfahrungen von dem Zusammenhängen der Cörper.

§. 204. Verschiedene Cörper hängen mit verschiedenen Kräften unter einander zusammen. Dieses bestätigen die Experimente, welche **Müschenbroeck** mit vieler Sorgfalt angestellt, und welche allerdings verdienen, hier angemerckt zu werden. Er hat verschiedene cylindrische Cörper genommen, der Diameter der Grundfläche dieser Cörper war $1\frac{1}{18}$ Zoll nach Rheinländischem Maasse. Diese

warf

warf er in siedendes Wasser und beschmierte ihre Grundflächen mit Unschlitt. Nachdem er sie nun hatte kalt werden lassen: so untersuchte er durch angehängte Gewichte, wie starck sie zusammenhingen, und fand ihr Zusammenhängen wie es folgende Tabelle ausweiset:

Das Eisen .	300 Pf.
Das Bley	275 Pf.
Schwartzer Marmor	230 Pf.
Weisser Marmor	225 Pf.
Stahl	225 Pf.
Kupfer	200 Pf.
Meßing	150 Pf.
Glas	130 Pf.
Silber	125 Pf.
Elffenbein	108 Pf.
Zinn	100 Pf.
Bismuth	100 Pf.

Weil aber das siedende Wasser noch nicht so heiß ist, daß es alle diese Cörper sehr ausdehnen, ihre Zwischenräumgen grösser machen und das Unschlitt in den Stand setzen kan, in diese Zwischenräumgen hinein zu dringen, und das Zusammenhängen zu vermehren: so hat der gedachte Herr Müschenbroeck diese kleine Cylinder noch heisser gemacht, und sie im übrigen, wie vorhin, mit Unschlitt beschmieret, an einander gesetzt, und kalt werden lassen. Er fand aber, das Zusammenhängen folgendergestalt:

Bey dem Eisen	950 Pf.
Bey dem Kupfer	850 Pf.
Bey dem Metzing	800 Pf.
Bey dem weissen Marmor	600 Pf.
Bey dem Glase	300 Pf.
Bey dem Silber	250 Pf.

Wie nun das Unschlitt immer stärcker mit einem als mit dem andern Cörper zusammenhängt: so hängt auch immer eine flüßige Materie stärcker mit einem festen Cörper zusammen, als die andere. Auch dieses hat Müschenbroeck mit Experimenten bestätiget. Zwey Cylinder von Kupfer hingen mit einer Kraft von 12 Untzen zusammen, da ihre Grundflächen mit Wasser befeuchtet waren. Das Oehl verursachte ein Zusammenhängen von 18 Untzen

Der Therpentin	24 Untzen
Das Colophonium	850 Pf.
Das Unschlitt	800 Pf.
Das Wachs	900 Pf.
Das Pech	1400 Pf.

Was die Ursache ist, daß ein Tropfen auf einem andern Cörper zerfließt.

§. 205. Wenn ein Tropfen von einer flüßigen Materie einen festen Cörper von schwererer Art in gnugsamen Puncten berühret: so zieht der feste Cörper den Tropfen stärcker an sich, als die Theilgen des Tropfens unter sich zusammenhängen (§. 200.) Derowegen wird sich der Tropfen gegen den festen Cörper bewegen, er wird seine runde Figur verlieren und platt werden müssen. Weil

aber

aber kein fester Cörper in seiner Oberfläche vollkommen glatt, und gleichwohl die anziehende Kraft der Anzahl der Berührungspuncte jederzeit proportional ist; so wird es uns nicht befremden, wenn wir sehen, daß ein Tropfen auf einem trockenen Cörper viel langsamer zerfliest, als auf einem befeuchteten. Muß nicht der Tropfen auf einem trockenen Cörper eine grössere Anzahl der Berührungspuncte erst nach und nach erhalten, die er auf einem feuchten, dessen Höhlen und Zwischenräumgen bereits mit einer flüßigen Materie erfüllet sind, auf einmahl antrifft? Daß im übrigen dieses Zerfliessen des Tropfens nicht seiner Schwere zuzuschreiben sey, ist gar nicht schwer zu erweisen. Denn wenn ein Tropfen zerfliessen soll, so müssen seine Theile von einander getrennt werden. Derowegen muß eine Kraft in ihn würcken, welche stärcker ist als diejenige, damit seine Theilgen zusammenhängen. Da nun aber die Schwere eines Tropfens noch nicht grösser ist als die Kraft, damit seine Theile zusammenhängen: so kan auch die Schwere das Zerfliessen des Tropfens nicht verursachen. Ich geschweige, daß man keinen Grund würde angeben können, warum ein Tropffen nicht auf allen festen Cörpern, als z. E. warum ein Tropfen Quecksilber nicht auf dem Holtze, sondern nur auf einem glatt polirten Metalle zerfliesset. Ist die Schwere des Tropfens nicht die Ursache

von seinem Zerfliessen: so wird es vielleicht der Druck der Luft seyn. Es ist wahr, daß ein jeder Tropfen von der Luft gedruckt werde; allein es ist falsch, daß dieser Druck die Ursache von dem Zerfliessen des Tropfens sey. Denn der feste Cörper widersteht in dem Puncte, da er den Tropfen berührt, eben so starck, als die Luft von der andern Seite drückt. Solchergestalt sind die Kräfte in dem Tropfen gleich und einander entgegengesetzt. Wie solte nun eine Bewegung erfolgen (§. 27.)? Gleichwohl kan das Zerfliessen des Tropffens nicht ohne Bewegung geschehen, und es ist bereits vorher erwiesen worden, daß eine flüßige Materie nicht vermögend sey, die Figur eines Tropfens zu verändern, wenn sie ihn von allen Seiten gleich starck drücket (§. 194.). Gesetzt aber auch, daß der Druck der Luft die Ursache wäre: warum zerfließt nicht ein Tropfen auf einem jedweden Cörper? und warum zerfließt er in einem luftleeren Raume eben so, wie in der freyen Luft? Es wird also dieses Zerfliessen eintzig und alleine der anziehenden Kraft des schwereren Cörpers zuzuschreiben seyn. Denn wolte man wohl zweifeln, daß sich ein Wassertropfen gegen das Holtz bewegte, wenn er auf demselben zerfließt? Und wird man sich nicht, vermöge dessen was hiervon gesaget worden, gezwungen sehen, zuzugeben daß in dem Holtze der Grund von dieser Bewegung zu suchen

sey?

Digitized by Google

sey? Nun wird man sich aber in acht nehmen müssen, wenn man sich vorgesetzt hat die anziehende Kraft zu leugnen. Denn wir mögen uns alle Fälle vorstellen, da man spricht, es ziehe ein Cörper einen andern an sich: so wird man allemahl damit so viel sagen wollen, es suche sich der eine Cörper gegen den andern zu bewegen, und der Grund von dieser Bewegung sey in demjenigen zu finden, gegen welchen die Bewegung geschieht (§. 37.). Warum wolte man also nicht sagen: das Holtz, der Stein, das Glas u. s. w. hat den Wassertropfen an sich gezogen, wenn er darauf zerflossen ist? Gewiß, ich würde mir diese Frage zu beantworten keine längere Bedenckzeit ausbitten, als wenn man mich gefraget hätte: ob man sagen könne, daß der Magnet das Eisen an sich ziehe. Denn meine Trägheit ist zu groß neue Wörter zu ersinnen, oder mit jemand wegen eines solchen, welches bey uns noch nicht zur Mode geworden, einen Streit anzufangen. Es ist in der That artig: man ist in der Sache einig und streitet wider ein Wort, und was das ärgste ist, wider ein Wort, welches die Sache recht wohl ausdrücket. Denn es ist nichts weniger zu befürchten, als daß auf diese Art die verborgenen Eigenschaften der Schulweisen wieder in die Naturlehre eingeführet werden, wenn man das Zusammenhängen der Cörper ihrer anziehenden Kraft zuschreibt.

Wie

Wie lange hat man nicht behauptet, daß der Magnet das Eisen an sich ziehe, und gleichwohl nicht unterlassen, die Ursache von diesem Anziehen zu untersuchen. ob man sie gleich nicht gefunden? Und so leugnet man nicht, daß es auch seinen zureichenden Grund haben müsse, warum ein Cörper den andern an sich ziehe, nur wird es so leicht nicht seyn, denselben zu errathen. Hat man doch noch nicht einmahl gezeigt wie es möglich sey daß ein Cörper dem andern die Bewegung mittheilen könne, wenn er an ihn anstöst.

Wenn ein Tropfen nicht zerfließt.

§. 206. Wenn es nun gewiß ist, daß ein Tropfen darum auf einem Cörper von schwererer Art zerfliesset, weil ihn der feste Cörper stärcker an sich ziehet, als die Theile der flüßigen Materie unter sich zusammenhängen; weil ferner dieses nur alsdenn geschieht, wenn die flüßige Materie den Cörper von schwererer Art in allen möglichen Puncten berührt (§. 200.): so wird es uns nicht befremden dürfen, wenn wir sehen, daß ein Tropfen auf einem Cörper von schwererer Art, den er aber nur in sehr wenig Puncten berührt, nicht zerfliessen will. Ein Exempel davon geben die Wassertropfen, welche auf denen Blättern des Kohls liegen, ohne daß sie sich daran hängen, ihre runde Figur ändern, und zerfliessen. Eben dieses geschiehet, wenn man einen Wassertropfen auf die verkehrte Seite der weissen Pappelblätter se-

tzet,

ßet, oder wenn man einen jeden andern Cörper mit semine lycopodii beſtreuet und Waſſer darauf gieſſet. Denn ohnerachtet der Kohl, die Pappelblätter und das semen lycopodii in der That von ſchwererer Art ſind als das Waſſer, indem ſie in dem Waſſer unterſincken, wenn daſſelbe in ihre Zwiſchenräumgen hineingedrungen iſt; ſo befindet ſich doch erſtlich auf dem Kohle ein ſehr ſubtiler Staub, und weil deſſen Theilgen ſehr locker über einander liegen, und zwiſchen ihnen viele Luft befindlich iſt: ſo kan ohnmöglich der Tropfen den Kohl in ſo viel Puncten berühren, als nöthig wäre, wenn er mit ihm ſtärcker zuſammenhängen ſolte, als ſeine Theilgen unter ſich zuſammenhängen, welches gleichwohl ſeyn müſte, wenn der Tropfen darauf zerflieſſen ſolte (§. 205.). Daß aber dieſes die wahre Urſache ſey, kan man daraus abnehmen, weil der Tropfen auf dem Kohlblatte ſogleich zerfließt, wenn man vorhero dieſen ſubtilen Staub mit den Fingern hinweggewiſcht hat. Was die Blätter der Pappelbäume betrifft: ſo haben dieſelben auf der verkehrten Seite viel kleine weiſſe Fäſerchen. Dieſe verhindern gleichfals, daß der Tropfen das Blatt in gnugſamen Puncten berühret. Ja weil das semen lycopodii eben ſo locker über einander liegt, wie der Staub auf den Kohlblättern, ſo iſt es kein Wunder, daß ſich das Waſſer nicht daran hängen, und daß

kein

kein Tropfen auf dem semine lycopodii zerfliessen will. Aber wenn man den Tropfen lange genug auf diesen Cörpern stehen läst, damit er sich nach und nach in ihre Zwischenräumgen hineinsencken, die in denselben befindliche Luft vertreiben, und sich also eine grössere Anzahl der Berührungspuncte zuwege bringen kan: so wird er endlich zerfliessen.

Warum die flüßige Materie an einigen Cörpern in die Höhe steigt.

§. 207. Wenn ein Cörper von schwererer Art a b c d eine flüßige Materie berühret, so wird sie an denselben rund herum in die Höhe steigen. Man nehme nur ein Stückgen Eisen a b c d, und tauche es ins Wasser so wird das Wasser in i und k als wie ein kleiner Berg in die Höhe steigen. Ein gleiches wird erfolgen, wenn man reines Zinn oder Bley an das Queckſilber bringet, und dieses wird sich eben so wohl im luftleeren Raume, als in der freyen Luft zutragen. Gleichwie man nun gar nicht Ursache zu zweifeln hat, daß dieses Hinaufsteigen der flüßigen Materie an einem Cörper von schwererer Art, eine Würckung sey, die der anziehenden Kraft des schwereren Cörpers zugeschrieben werden muß, so läst sich ferner aus diesem Experimente beweisen, daß die Cörper nicht nur alsdenn, wenn sie einander berühren, sondern auch schon wenn sie noch von einander entfernt sind, einander an sich ziehen, ob wir gleich zugeben daß diese anziehende Kraft bey der unmittelbaren Berührung am stärcksten

Tab. IV Fig. 47.

sey,

sey, und daß sie in einer allzugrossen Entfernung endlich gantz und gar aufhöre. Denn gesetzt es zöge der Cörper a b c d nur diejenigen Theilgen der flüßigen Materie an sich, die ihn unmittelbar berührten, so wird die flüßige Materie nimmermehr über die Horizontallinie in die Höhe steigen. Nein, sondern weil eine jede Würckung nach der Perpendicularlinie geschiehet, so würde das Wasser in a und b eine Bemühung bekommen, sich nach der Direction a c und b c zu bewegen. Nimmermehr aber würde es aus a in d, und aus e in b in die Höhe steigen, wenn nicht die Theile d und e des festen Cörpers in die flüßige Materie gewürckt, und sie an sich gezogen hätten. Da nun aber die Puncte d und e die flüßige Materie noch nicht berühren, und dieses Experiment mit einem jeden Cörper von schwererer Art angehet, dessen Grund oder Seitenfläche die flüßige Materie in allen möglichen Puncten berühret, so ist klar, daß die Cörper einander an sich ziehen, ohne einander zu berühren. Tab. XI. Fig. 2.

§. 208. Man setze zwey gläserne Platten, AB und CD, unter einen spitzigen Winckel ABC an einander. Zwischen dieselben setze man ferner einen Tropfen Wasser oder Oehl, oder überhaupt einen Tropfen von einer flüßigen Materie, welche von dem Glase stärcker angezogen wird als ihre Theile unter sich zusammenhängen: so wird dieser Tropfen die Fl- Warum sich ein Wassertropfen zwischen zwey gläsernen Platten fortbewegt.

Tab. IV Fig. 48. Figur ropq annehmen müssen (§. 207.). Weil nun beyde gläserne Platten AB und CD den Tropfen an sich ziehen; weil ferner eine jede Würckung eines Cörpers in den andern nach der Perpendicularlinie geschiehet (§. 52.): so würckt die Platte AD mit der Kraft, de und die Platte CB, mit der Kraft df in den Tropfen. Da nun diese beyden Kräfte de und df. einen Winckel einschliessen: so wird der Tropfen die Diagonallinie dB durchlauffen müssen (§. 45.). Je näher er nun dem Puncte B kömmt, je platter wird er. Je platter aber dieser Tropfen wird, desto grösser wird die Anzahl der Berührungspuncte zwischen ihm und denen beyden gläsernen Platten AB und CB. Es wird demnach die anziehende Kraft der Platten alle Augenblick stärcker (§. 189) folglich die Geschwindigkeit des Tropfens alle Augenblick grösser; und solchergestalt bewegt er sich mit einer gleichförmig vermehrten Geschwindigkeit gegen den Punct B (§. 116.). Es ist gar kein Zweifel, daß eben dieses mit dem Quecksilber erfolgen werde, wenn man einen Tropfen zwischen zwey recht glatt polirte zinnerne Platten setzet. Denn das Quecksilber hängt ebenfals mit dem Zinne stärcker zusammen, als seine Theilgen unter sich zusammenhängen (§. 200). Weil sich aber dieses von dem Quecksilber in Ansehung des Glases nicht behaupten läst: so wird sich

ein

ein Queckſilbertropfen, wenn er zwiſchen zwey gläſerne Platten geſetzt wird, keinesweges gegen den Punct B, ſondern vielmehr, weil er in B, wo die Platten an einander gefügt ſind, ſtärcker gedruckt wird, von da hinweg gegen die Oeffnung AC bewegen

§. 209. Wenn ſich die flüßige Materie in einem Gefäſſe befindet, von welchem ſie ſtärcker angezogen wird, als ihre Theile unter ſich zuſammenhängen; ſo wird ſie, wenn das Gefäſſe nicht gantz voll iſt, keine vollkommen geradelinichte Fläche haben, ſondern allemahl gegen den Rand etwas höher ſtehen als in der Mitten (§. 206). Man kan dieſes wahrnehmen, wenn man Waſſer, Wein ꝛc. in ein gläſernes, höltzernes, oder metallenes, und Queckſilber in ein metallenes Gefäſſe gieſſet. Denn daß dergleichen Gefäſſe dieſe flüßige Materien ſtärcker an ſich ziehen, als die Theilgen derſelben unter ſich zuſammenhängen, iſt bereits oben erwieſen worden (§. 200.). Das Waſſer ſteht am Rande des Gefäſſes höher als in der Mitten.

§. 210. Wenn man ein gläſernes Kügelgen c, oder ein jedes anderes, an welches ſich das Waſſer ſtarck anhängt, auf das Waſſer AB ſetzet, daß es ſich ohngefehr mitten im Gefäſſe befindet: ſo wird ſich ein kleiner Berg von Waſſer e d und f g um das Kügelgen rund herum in die Höhe heben (§. 207). Da nun dieſes aus keiner andern Urſache geſchieht, als weil das Kügelgen das Waſſer an ſich zieht: ſo wird das Waſſer e d und f g Wie ein gläſern Kügelgen das Waſſer an ſich zieht. Tab. IV Fig. 49.

in das Kügelgen zurücke würcken, und daſſelbe aus einer gleichmäßigen Urſache an ſich ziehen müſſen (§. 36, 37.). Da ſich aber in ed eben ſo viel Waſſer als in fg befindet: ſo zieht das Waſſer auf der einen Seite die kleine Kugel ſo ſtarck an ſich, als wie ſie das Waſſer auf der andern Seite an ſich zieht (§. 56.). Und da ſie ſich ſolchergeſtalt mit gleicher Geſchwindigkeit nach entgegengeſetzten Richtungen bewegen ſoll: ſo muß ſie ruhen (§. 27.).

Wie ſich ein gläſern Kügelgen durch die anziehende Kraft des Waſſers bewegt.

§. 211. Gantz anders iſt es beſchaffen, wenn die kleine gläſerne Kugel nahe an den Rand des Gefäſſes Ah kommt. Denn, weil nicht nur an dem Kügelgen in de, ſondern auch an dem Rande des Gefäſſes Ah das Waſſer höher ſteht als an den übrigen Orten (§. 210.); ſo müſſen dieſe beyde kleinen Waſſerberge de und dh zuſammenflieſſen, wenn ſie einander in d berühren (§. 196.). So bald dieſes geſchiehet: ſo bald wird auch das Waſſer an der Kugel in e höher hinaufſteigen müſſen als es vorher geſtanden (§. 207.). Derowegen ſteht das Waſſer an der kleinen Kugel höher auf der Seite de, welche gegen den Rand des Gefäſſes Ah gekehrt iſt, als auf der entgegengeſetzten Seite fg. Je höher das Waſſer an der Kugel hinaufſteigt, deſto gröſſer wird die Anzahl der Berührungspuncte zwiſchen ihr und dem Waſſer. Solchergeſtalt ziehet das Waſſer

Tab. IV Fig. 50.

de

de das Kügelgen stärcker an sich als das Wasser fg (§. 56.). Was ist es also Wunder wenn die Bewegung nach der Direction der stärckern Kraft, erfolget, und wenn sich die kleine gläserne Kugel von selbsten gegen den Rand des Gefässes bewegt, so bald sie demselben nahe kömmt? Fragen wir ferner, auf welche Art sich das Kügelgen bewegen müsse: so wird es gar nicht schwer fallen dieses auszumachen. Denn je näher es gegen den Rand des Gefässes kömmt, desto höher steigt das Wasser auf der gegen den Rand des Gefässes gekehrten Seite de hinauf. Je höher das Wasser in de hinaufsteiget, desto stärcker ziehet es dasselbe an sich (§. 189.). Derowegen wird sich die kleine Kugel mit einer gleichförmig vermehrten Geschwindigkeit gegen den Rand des Gefässes bewegen müssen? Ja es würde die Gesetze, der gleichförmig beschleunigten Bewegung auf das genaueste in acht nehmen, wenn es nicht die Wassertheilgen von einander trennen müste, und dieses also seiner Bewegung nicht widerstünde. Daß aber dieser Widerstand des Wassers nicht so groß sey als die Bemühung, welche das Kügelgen anwendet sich zu bewegen, ist ausser allem Zweifel. Denn die kleine gläserne Kugel zieht das Wasser stärcker an sich, als die Wassertheilgen unter einander zusammenhängen (§. 200.). Es wird also das Wasser das gläserne Kügelgen eben-

fals stärcker an sich ziehen müssen, als die Wassertheilgen unter sich zusammenhängen (§. 36.). Ist aber dieses gewiß: so ist auch die Bemühung des Kügelgens, sich zu bewegen, grösser als der Widerstand des Wassers. Dieses bleibt indessen doch wahr, daß die Bewegung allemahl langsamer erfolgt, wenn die Theilgen der flüßigen Materie starck zusammenhängen, und hieraus ist zugleich klar, warum es sich freyer auf dem warmen als auf dem kalten Wasser bewegt. Die Theilgen des kalten Wassers hängen nemlich stärcker als die Theilgen des warmen zusammen.

Beweis der anziehenden Kraft.

§. 212. Wer der Sache nur ein wenig nachdencket, der wird finden, daß sich das Kügelgen aus keiner andern Ursache gegen den Rand des Gefässes beweget, als weil daselbst das Wasser höher steht als an den übrigen Orten. Solchergestalt wird man ohne ferneres Bedencken den allgemeinen Satz einräumen, es müsse sich ein solcher Cörper, an dem sich das Wasser starck anhängt, allemahl gegen den Ort bewegen, wo das Wasser am höchsten steht. Wenn man nun ferner nicht leugnen kan, daß sich das Wasser um den Finger, ja um einen jeden Cörper von schwererer Art erhöhet (§. 207.): so wird man daraus den Schluß machen können, es müsse sich das gläserne Kügelgen gegen den Finger und gegen einen jeden Cörper von schwe-

schwererer Art bewegen, wenn man ihn nicht weit davon in das Wasser steckt. Und es läst sehr artig, wenn es sich mit einer gleichförmig vermehrten Geschwindigkeit gegen den Finger bewegt und ihm allenthalben nachfolgt, wenn man ihn zurücke zieht. Aus diesen Experimenten läst sich unwidersprechlich erweisen, daß die Kraft, welche das Zusammenhängen der Cörper verursachet, keine druckende sondern eine anziehende Kraft sey. Denn setzet das Wasser und Glas hingen darum zusammen weil sie nach entgegengesetzten Richtungen gegen einander drückten: so würde sich das gläserne Kügelgen nothwendig gegen den Ort bewegen müssen, wo der geringste Widerstand wäre. Da nun mehreres Wasser stärcker druckt als wenigeres: so müste sich das Kügelgen nicht gegen den Ort wo das Wasser am höchsten, sondern vielmehr dahin wo es am niedrigsten stehet bewegen; und gleichwohl geschiehet gerade das Gegentheil. Ich weiß wohl daß man glauben wird es liessen sich auch diese Experimente eben so wohl begreiflich machen, wenn man das Zusammenhängen der Cörper von einer druckenden, als wenn man es von einer anziehenden Kraft herleitete. Denn wenn der Druck des Wassers auf der Seite wo es am höchsten stünde grösser wäre als auf der entgegengesetzten. Wenn ferner die Würckung der Gegenwürckung allezeit gleich wäre, so würde das Kü-

gelgen eine stärckere Bemühung anwenden müssen sich gegen den Ort hinzubewegen, wo das Wasser am höchsten stünde, als nach dem entgegengesetzten. Allein wenn dieser Beweis richtig seyn solte, so würde der Satz falsch seyn müssen, daß sich ein Cörper, welcher von ungleichen Kräften nach entgegengesetzten Richtungen gedrückt wird, gegen den Ort bewegte, wo der Druck am schwächsten ist. Nun setzet der Würfel C werde nach der Direction CB von der Kraft A mit 8 Pfund Gewalt gedrückt. Setzet ferner die Kraft B drückte den Würfel nach der Direction CA mit einer Gewalt von zwey Pfunden, so würde, wenn euer Vernunftschluß statt haben sollte, der Würfel C eine 4 mahl stärckere Bemühung anwenden sich von C nach A als von C nach B zu bewegen. Und da die Bewegung nach der Direction der stärckern Kraft geschehen müste, so würde er sich würcklich von C nach A das ist gegen den Ort bewegen wo der gröste Widerstand wäre. Eine Sache welche ich so lange nicht glauben werde, so lange ich das Gegentheil davon mit Augen sehe. Hingegen wenn wir annehmen daß das Zusammenhängen von einer anziehenden Kraft herrühre, so ist nichts leichter zu begreiffen, als warum sich ein gläsernes Kügelgen immer gegen den Ort bewegt, wo das Wasser am höchsten steht. Denn weil viel Wasser stärcker zieht als we-

Tab. XI Fig. 3.

niges, so ist es natürlich, daß sich das Kügelgen gegen den Ort bewegt, wohin es am stärcksten gezogen wird, das ist, wo das Wasser am höchsten steht.

§. 213. Wenn es nun gewiß ist, daß sich das gläserne Kügelgen allemahl gegen den Ort bewegt, wo sich das meiste Wasser befindet: so wird es uns nicht befremden, wenn sich zwey solche kleine Kugeln mit einer gleichförmig vermehrten Geschwindigkeit gegen einander bewegen, wenn sie auf dem Wasser schwimmen, und einander zu nahe kommen. Wir werden es für nichts ausserordentliches zu halten haben, daß sie sich vom Rande des Gefässes entfernen und gegen die Mitte bewegen, wenn das Gefäß dergestalt mit Wasser erfüllt ist, daß das Wasser eine erhabene Oberfläche bekömmt. Denn in allen diesen Fällen bewegt sich das Kügelgen gegen den Ort, da das meiste Wasser an ihm hängt, und da also die anziehende Kraft am stärcksten ist. Man bemühet sich vergeblich, die anziehende Kraft durch dieses Experiment zu widerlegen, wenn man dafür hält, daß man solcher gestalt gantz entgegengesetzte Würckungen von einer unter einerley Umständen würckenden Ursache herleite. Es ist wahr, daß sich das gläserne Kügelgen gegen den Rand eines Gefässes bewegt, wenn es nicht gantz voll Wasser ist, und daß es vor demselben fliehet, wenn so viel Wasser hineingegossen worden,

Ein Einwurff wird gehoben.

daß es bey nahe überlauffen will; man würde sich aber sehr betriegen, wenn man glauben wolte, es zöge das Gefäß das Kügelgen in dem ersten Falle nach sich, und stiesse es in dem andern Falle von sich. Ich habe ja vielmehr behauptet, daß die Bewegung dieses kleinen Cörpers von der anziehenden Kraft des Wassers, welches daran hänget, und keinesweges von der anziehenden Kraft des Gefässes, worin das Wasser ist, herzuleiten sey. Hieraus aber fliesset, es müsse sich das Kügelgen allemahl dahin bewegen, wo die anziehende Kraft des Wassers am stärcksten ist. Nun ist sie allemahl da stärcker, wo das Wasser am höchsten steht. Denn daselbst berühret es das Kügelgen in den meisten Puncten, und daselbst ist also die anziehende Kraft am grösten. Derowegen bewegt es sich gegen das Gefässe, wenn das Wasser daselbst am höchsten steht; es entfernet sich vom Rande, wenn das Wasser daselbst niedriger steht als in der Mitten. Man wird aber ferner finden, daß das Kügelgen in einem überflüßig vollgegossenen Gefässe mit einer gleichförmig aufgehaltenen Bewegung gegen die Mitte des Gefässes hingehet. Und wie ist es anders möglich? Je weiter es sich von dem Rande des Gefässes entfernet, desto kleiner wird der Unterscheid zwischen der Höhe des Wassers auf beyden Seiten des Kügelgens. Da nun solchergestalt der Unterscheid

scheid der einander entgegengesetzten Kräfte alle Augenblick geringer wird, wird nicht auch die Bewegung des Kügelgens selbst, und also seine Geschwindigkeit, alle Augenblick kleiner werden müssen (§. 40.).

Von den Haarröhrgen. Tab. IV Fig. 51.

§. 214. Wenn man eine enge gläserne Röhre ins Wasser steckt, so wird das Wasser auf der einen Seite in e a b, und auf der andern in e d b in die Höhe steigen (§. 209.). Weil aber diese beyden kleinen Wasserberge e a b und e d b wegen der geringen Weite dieser Röhre in dem Punte c zusammenstossen; so müssen sie zusammenfliessen, so bald sie nur einander berühren (§. 96.). Solcherstalt käme das Wasser innerhalb der gläsernen Röhre beynahe in die Horizontallinie a d. Da nun aber dieses nicht möglich ist, indem das Wasser in einem gläsernen Gefasse allemahl an dem Rande höher stehen muß, als in der Mitten (§. 209): so wird es in der Linie a d nicht stehen bleiben können, sondern es muß aus a in f und aus d in g in die Höhe gehoben werden, und weil es sodann wieder zwey kleine Wasserberge a f d und a g d macht, welche in der mitten zusammenstossen: so wird es aufs neue in die Höhe steigen müssen. Wer siehet nicht, daß sich dieser Vernunftschluß immer weiter treiben lasse, und daß das Wasser in einem gläsernen Haarröhrgen, denn so nennt man dergleichen Röhren, von selbst in die Höhe stei-

gen müsse? Es würde dieses Hinaufsteigen beständig fortdauren, wenn es nicht endlich durch die Schwere verhindert würde. Denn weil mit der Menge des Wassers, welches in das Haarröhrgen hinaufsteigt, der Widerstand beständig zunimmt: so muß die Bewegung alle Augenblick langsamer werden bis endlich die Schwere des Wassers das fernere Hinaufsteigen völlig verhindert. Es gilt aber dieses nicht nur von dem Wasser, sondern von allen flüßigen Materien, welche sich an dergleichen Röhre stärcker anhängen, als ihre Theilgen unter sich zusammenhängen. Man setze nur ein gläsern Haarröhrgen auf einen Tropfen Blut: so wird man wahrnehmen, wie das Blut anfangs sehr geschwind, hernach aber immer langsamer in die Höhe steigt.

Daß der Druck der Luft nicht die Ursache sey.

§. 215. Umsonst bemühet man sich dieses von dem Drucke der Luft herzuleiten. Drückt nicht die Luft durch das Haarröhrgen eben so starck, als von aussen? Wolte man aber doch Ausflüchte suchen: so dienet zu wissen, daß dergleichen Röhre eben nicht sehr enge seyn darf, man bemerckt es schon, wenn sie in dem Diameter $\frac{1}{6}$ Zoll weit ist. Ja, diese Meynung wird vollkommen dadurch wiederlegt, wenn man siehet, daß die flüßige Materie in dem Haarröhrgen eben so in einem luftleeren Raume, als in der freyen Luft in die Höhe steigt. Wenn nun der Druck der Luft nicht die Ursache

sache seyn kan, so wird es doch ohnfehlbar der Druck der Himmelsluft seyn müssen. Es ist wahr, so lange wir mit der Himmelsluft keine Experimente anstellen können, so lange wird sie geschickt seyn, zu allem gebraucht zu werden, wozu es uns beliebt. Nur hat ein jeder die Freyheit, von diesem allen eher nichts zu glauben, bis man erwiesen hat, es sey dergleichen Himmelsluft würcklich vorhanden. Gesetzt aber auch, daß sie da sey. Wer versichert uns, daß sie nicht durch das Haarröhrgen eben so, als von aussen, auf das Wasser druckt?

Quecksilber steigt in metallenen Haarröhrgen in die Höhe.

§. 216. Weil alle Metalle, ausser dem Eisen das Queckſilber stärcker an sich ziehen, als seine Theilgen unter sich zusammenhängen, und weil weiter nichts als dieses erfodert wird, wenn eine flüßige Materie in dem Haarröhrgen in die Höhe steigen soll; so wird das Queckſilber in einem polirten zinnernen Haarröhrgen eben so, wie das Wasser in dem gläsernen, hinaufsteigen müssen.

Die Höhe der flüßigen Materien verhalten sich verkehrt wie die Diametri der Haarröhrgen.

§. 217. Weil die Schwere das Hinaufsteigen verhindert: so sieht man wohl, daß nicht viel über einen Tropfen in das Haarröhrgen hinaufsteigen könne. Denn die Schwere eines Tropfens ist so groß als die Kraft, damit seine Theilgen zusammenhängen. Hieraus aber folgt nicht, daß allemahl ein Tropfen hineinsteigen müsse. Denn wenn dieses wäre, so müsten die mit einerley flüßigen

gen Materie erfüllten Haarröhrgen jederzeit von gleichem cörperlichem Inhalte seyn. Nun sind sie Cylinder, und wenn zwey Cylinder einander gleich seyn sollen: so müssen sich ihre Höhen umgekehrt wie ihre Grundflächen verhalten. Weil aber ihre Grundflächen Circel sind, und die Circel sich wie die Quadrate ihrer Diameter verhalten (§. 131. Geom.): so würden sich die Höhen der flüßigen Materien, in Haarröhrgen von verschiedener Weite, umgekehrt, wie die Quadrate der Diameter dieser Haarröhrgen verhalten müssen. Es müste also das Wasser viermahl so hoch in ein Haarröhrgen hinaufsteigen, welches im Diameter nur halb so groß wäre als ein anders, wenn jederzeit ein Tropfen Wasser hineinsteigen solte. Es lehrt aber die Erfahrung, daß das Wasser in einem Haarröhrgen nur noch einmahl so hoch sieht, wenn es im Diameter nur halb so weit ist als ein anders. Und Müschenbroeck hat durch fleissige Untersuchung gefunden, daß sich überhaupt die Höhen der flüßigen Materien umgekehrt, als wie die Diameter der Haarröhrgen, verhalten. Solchergestalt steigt eine flüßige Materie jederzeit desto höher, je enger das Haarröhrgen ist, in welches sie hineindringet. Müschenbroeck erzehlt, daß das Wasser in einem Haarröhrgen, dessen Diameter der Dicke eines Haares gleich gewesen, in der ersten Stunde 11 Zoll, und nach Verlauf

lauf 14 Stunden 13 Zoll hoch gestiegen sey. In einem noch zarteren stieg das Wasser in der ersten Stunde 18 Zoll, und nach 24 Stunden 22 Zoll hoch hinauf.

§. 218. Es fragt sich billig was die Ursache sey, daß sich die Höhe einerley flüßiger Materie umgekehrt, wie die Diameter der Haarröhrgen, verhalte. Will man diese Frage beantworten: so muß man bedencken, daß das Wasser nicht nur wegen seiner Schwere, sondern auch wegen des Zusammenhängens seiner Theilgen, dem Hinaufsteigen widerstehe. Verhinderte die Schwere allein das Hinaufsteigen; so haben wir bereits gesehen (§. 217.), daß sich die Höhe des Wassers umgekehrt, als wie die Quadrate der Diameter der Haarröhrgen verhalten müsse. Allein, weil desto mehr Wassertheilgen von einander getrennt werden müssen, je enger das Haarröhrgen ist: so widersteht das Wasser wegen des Zusammenhängens seiner Theilgen noch einmahl so starck, wenn der Diameter des Haarröhrgen noch einmahl so klein ist. Solchergestalt sind die Höhen einer flüßigen Materie in den Haarröhrgen von verschiedener Weite in ratione composita ex directa simplici & inversa duplicata diametrorum. Diese Verhältniß aber ist mit der umgekehrten Verhältniß der Diametrorum (ratione simplici diametrorum inversa) einerley. Es sey z. E. der Diameter des einen

Warum sich die Höhen umgekehrt wie die Diametri verhalten.

nen Haarröhrgen A = 1. der Diameter des andern B = 2: so verhält sich die Höhe des Wassers in dem Haaröhrgen A zu der Höhe in B, wenn wir allein auf die Schwere sehen, wie 4 zu 1. Sehen wir aber auf die Zähigkeit des Wassers: so verhält sich die Höhe in A zu der Höhe in B, wie 1 zu 2. Verbinden wir endlich beydes mit einander, gleichwie es in der Natur jederzeit verbunden ist: so verhält sich die Höhe des Wassers im Haarröhrgen A zu der Höhe desselben im Haarröhrgen B, wie 4 zu 2, das ist, wie 2 zu 1 und also umgekehrt wie die Diameter der Haarröhrgen.

Warum eine flüßige Materie höher steigt als die andere.

§. 219. Weil nun die Zähigkeit einer flüssigen Materie ihr Hinaufsteigen in das Haarröhrgen verhindert: so sehen wir was die Ursache sey daß das Wasser höher als das Oehl hinaufsteiget. Es ist nemlich die Zähigkeit des Wassers nicht so groß, als die Zähigkeit des Oehls. Doch ist nicht zu leugnen, daß das Haarröhrgen auch aus andern Ursachen eine flüßige Materie stärcker an sich zieht, als eine andere. Wir können dieses aus den Observationen, welche **Müschenbroeck** gemacht hat, abnehmen. Denn als er sich eines Haarröhrgens von weissem englischen Glase bediente: so stieg in demselben

Das Wasser	26 Linien.
Spiritus vini rectificatissimus	18. bis 19.
Oleum Tartari per deliquium	25 bis 26.

Spi-

Spiritus nitri	20
Vitriolöhl	26 bis 27.
Therpentinöhl	18 bis 19.
Rübenöhl	21
Der Urin	33 bis 34.
Spiritus ſalis ammoniaci	30 bis 33.

Fragt man, warum der Urin ſo hoch hinaufgeſtiegen, da er doch bey weiten nicht ſo leicht, ſo ſubtil und flüchtig iſt, als der hoch rectificirte Spiritus vini: ſo trage ich kein Bedencken, die Urſache davon in der Vermiſchung derjenigen Cörper zu ſuchen, woraus das Engliſche Glas entſtanden iſt. Denn es iſt ein Cörper, in welchem die Theilgen des Sandes, des Bleyes und eines alcaliſchen Saltzes auf das genaueſte mit einander verbunden ſind. Weil nun das alcaliſche Saltz ſehr heftig in das ammoniacaliſche zu würcken pflegt, wie man ſolches aus der Vermiſchung beyder Saltze leicht erkennen kan; weil ferner in dem Urin jederzeit ein ammoniacaliſches Saltz anzutreffen iſt: ſo ſieht man, warum das Haarröhrgen den Urin und den Spiritum ſalis ammoniaci ſo ſtarck an ſich gezogen habe. Eben dieſes gilt von dem Vitriolöhl, in welches das alcaliſche Saltz wie aus denen chymiſchen Experimenten zu ſchlieſſen, ebenfals ſehr ſtarck würcket. Seine Würckung iſt geringe gegen den hoch rectificirten Spiritum vini. Es iſt aber auch dieſer auf keine ſonderliche Höhe hinaufgeſtiegen.

§. 220

Eine flüssige Materie steigt höher in einem langen als in einem kurtzen Haarröhrgen.

§. 220. Eben dieser Herr Mütschenbroeck hat wahrgenommen, daß eine flüßige Materie in Haarröhrgen von gleicher Weite, aber verschiedener Länge, eine verschiedene Höhe erreichet; doch ist der Unterscheid eben nicht gar zu groß, wie aus folgender Tabelle erhellet:

Länge des Haarröhrgens.				Höhe der flüßigen Materie.
Zoll		Linien		Zoll
24.	-	0	-	$3\frac{6}{10}$
11	-	0	-	$3\frac{7}{10}$
8	-	6	-	$3\frac{7}{10}$
7	-	0	-	$3\frac{6}{10}$
6	-	0	-	$3\frac{4}{10}$
4	-	6	-	$3\frac{1}{10}$
4	-	0	-	$3\frac{1}{10}$
3	-	0	-	3.

Ist nun gleich die Höhe der Länge des Haarröhrgens nicht proportional, so sehen wir doch, daß auch diejenigen Theilgen des Haarröhrgens etwas zu dem Hinaufsteigen beytragen, welche die flüßige Materie nicht unmittelbahr berühren.

Nutzen dieser Sätze.

§. 221. Niemand wird sich so übereilen, und diese Abhandlung vor einen Hauffen unnützer Subtilitäten halten, mit welchen man sich nur beschäftigen müsse, wenn man Gedancken zu verschwenden übrig hat. Nein, ich getraue mir zu behaupten, daß die Lehre von dem Hinaufsteigen der flüßigen Materie in die Haarröhrgen in der Artzneykunst, wenn man

man den Grund von dem Umlaufe der Säfte und der Würckung der Artzeneyen anzeigen soll, gantz unentbehrlich sey. Es sind aber mehrere Würckungen in der Natur, welche sich daraus herleiten lassen. Warum steigt das Wasser im Zucker, im Saltze, im Löschpappier, im Sande, und im Schwamme, von selbsten in die Höhe? Gewiß aus keiner andern Ursache, als weil die Zwischenräumgen dieser Cörper nicht anders, als ein Hauffen Haarröhrgen anzusehen sind, welche das Wasser stärcker an sich ziehen als ihre Theilgen unter einander zusammenhangen. Das Queckſilber durchdringet die Metalle aus einer gleichmäßigen Ursache.

Warum das Wasser zwischen zwey gläsernen Platten in die Höhe steigt.

§. 222. Wenn zwey gläserne Platten AB CD in AB an einander gesetzt, in CD aber durch ein darzwischen gestecktes Stück Geld von einander gehalten werden, und man setzt sie in CB auf das Wasser: so wird das Wasser von selbsten zwischen diesen Platten in die Höhe steigen, und die Figur efg annehmen. Denn weil man sich zwischen denen gläsernen Platten lauter Haarröhrgen vorstellen kan, welche desto enger sind, je näher sie der Linie AB kommen: so wird das Wasser zwischen beyden Platten von selbst in die Höhe steigen, und in AB, wo die Eröffnung am kleinsten ist, am höchsten, gegen CD zu aber immer niedriger stehen müssen. Man hat durch richtige Ausmessung gefun-

Tab. IV Fig. 54.

den, daß efg eine Hyperbel, AB und CB aber ihre Asymptoten sind.

Wenn sich eine flüßige Materie an einen festen Cörper nicht so starck anhängt, als ihre Theilgen unter sich zusammenhängen.

§. 223. Wenn ein flüßiger Cörper, welcher aus lauter Theilgen von schwererer Art zusammengesetzt ist, einen festen Cörper berührt: so wird ihn der feste Cörper nicht so starck an sich ziehn, als die Theilgen des flüßigen unter sich zusammenhängen. Da man nun selten einen Cörper antrifft, der aus lauter Theilgen von einerley Art der Schwere zusammengesetzt ist: so wird es uns nicht befremden, daß sich fast alle flüßige Materien, ausser dem Queckſilber, an feste Cörper von leichterer Art stärcker anhängen, als ihre Theilgen unter sich zusammenhängen. Und selbst bey dem Queckſilber findet man, daß es sich viel stärcker an leichtere Cörper anhänget, wenn es feucht, als wenn es trocken ist.

An welche Haarröhrgen das Queckſilber nicht hineinsteigt.

§. 224. Weil das Zerflieſſen eines Tropfens und das Hinaufſteigen in das Haarröhrgen davon herrühret, daß sich die flüßige Materie an dergleichen Cörper stärcker anhängt, als ihre Theilgen unter sich zusammenhängen (§. 205. 214.), so wird kein Queckſilbertropfen auf Holtz, Pappier, Stein und dem Glaſe zerflieſſen, noch auch in ein gläsernes Haarröhrgen hinaufſteigen können; sondern es wird das Queckſilber vielmehr innerhalb dem Haarröhrgen jederzeit tieffer stehen, als ausserhalb demſelben. Ich erweise dieſes folgendergeſtalt. Es sey ABCD das

Tab. IV Fig. 53.

Haar

Haarröhrgen, und EFM die Oberfläche des Queckſilbers: ſo ſolte das Queckſilber innerhalb dem Haarröhrgen ſo hoch ſtehen als auſſerhalb demſelben. Da es aber nicht hineindringen kan, wenn nicht ſeine Theilgen von einander getrennt werden: ſo wird eher nichts von dem Queckſilber in das Haarröhrgen hinaufſteigen bis es ſo tief untergetaucht iſt, daß der Druck des umſtehenden Queckſilbers gröſſer iſt als die Kraft, damit die Theile zuſammenhängen. Weil alſo der Theil der Queckſilberſäule EF h i angewendet wird, die Theile des Queckſilbers an dem Haarröhrgen CD von einander zu trennen, und eine Kraft zu gleicher Zeit nicht zwey verſchiedene Würckungen verrichten kan: ſo bleibt nur die Queckſilberſäule h i GH übrig, welche das Queckſilber in das Harröhrgen hineintreibet. Dieſe aber kan es nur in der Höhe k l erhalten (§. 148.). Derowegen iſt klar, daß jederzeit etwas und zwar immer gleich viel an der Höhe des Queckſilbers in dem Haarröhrgen fehlen müſſe, man mag es ſo tief untertauchen als man will. Denn es kan niemahls mehr als die Queckſilberſäule EF h i angewendet werden, die Theile des Queckſilbers von einander zu trennen. Und ſolchergeſtalt wird der Unterſcheid zwiſchen der Höhe des Queckſilbers in dem Gefäſſe, und ſeiner Höhe in dem Haarröhrgen jederzeit gleich groß ſeyn. Dieſes beſtätigen Muſchenbroecks

broecks Observationen. Denn man wird finden, daß immer gleiches übrig bleibt, wenn man die Höhe des Queckſilbers in dem Haarröhrgen von der Höhe deſſelben in dem Gefäſſe abziehet.

Die Höhe des ☿ in dem Gefäſſe Linien	Die Höhe des ☿ in dem Haarröhrgen Linien
3	1
4	2
5	3
10	8
19	$16\frac{8}{10}$
21	19
24	$21\frac{7}{16}$
28	26
33	$30\frac{8}{10}$
37	$35\frac{1}{10}$

Weil ferner ein Tropfen Queckſilber eine gröſſere Höhe in einem engen als in einem weiten Haarröhrgen einnimmt: ſo iſt überhaupt klar, daß es deſto niedriger ſtehen müſſe, je enger das Haarröhrgen iſt. Es muß ſich aber die Anzahl der Theile, welche von einander getrennt werden, umgekehrt wie die Peripherien, und alſo auch umgekehrt wie die Diameter der Haarröhrgen verhalten. Derowegen ſteht das Queckſilber noch einmahl ſo niedrig, wenn der Diameter des Haarröhrgens nur halb ſo groß iſt.

§. 225.

§. 225. Weil das Queckſilber in gläſern Haarröhrgen nach derſelben Proportion niedriger ſtehet, nach welcher das Waſſer über die Horizontalfläche hinaufzuſteigen pfleget (§. 217. 224.); und das Waſſer, welches zwiſchen 2 gläſernen Platten hinaufſteiget, eine Hyperbel macht (§. 222.): ſo wird eine umgekehrte Hyperbel entſtehen, wenn man die beyden gläſern Platten, welche unter einem ſpitzigen Winckel an einander geſetzt ſind, in das Queckſilber ſtecket. Eben dieſes gilt von dem Waſſer und ſemine lycopodii (§. 206.). Damit man aber die Cörper mit ſemine lycopodii beſtreuen kan, ſo iſt zu mercken, daß man ſie vorher mit Unſchlitt beſchmieren müſſe, weil ſonſt das ſemen lycopodii nicht feſte genug hängen bleibet, ſondern gar zu leicht abgeſtoſſen wird. Wird ferner beſtätigt.

§. 226. Saltz, Zucker, Schwamm, Sand, Löſchpappier beſtehen aus lauter Haarröhrgen; ſie ſind aber von leichterer Art als das Queckſilber. Wenn nun dieſes in kein Haarröhrgen von ſelbſt hineinſteigt, das in Anſehung ſeiner Theile von leichterer Art iſt (§. 223. 224.); wird das Queckſilber wohl in das Saltz, in den Zucker, in den Schwamm, in das Löſchpappier ꝛc. von ſelbſt hineindringen? Die Erfahrung lehrt, daß es nicht geſchiehet. Vielleicht iſt aber das Queckſilber nicht ſubtil genug in die Zwiſchenräumgen dieſer Cörper hineinzudringen. Allein, man wird die- Warum das Queckſilber in leichte Cörper nicht hineindringt.

sen Zweifel fahren lassen, wenn man siehet, wie es sich durch die Luftlöcher des Leders in der Gestalt der zartesten Faden hindurchpressen läst. Denn dieses ist eben das Mittel, das Queckſilber zu reinigen. Man thut es in ein Leder und schnüret es feste zu: so bleibt Wasser, Staub und andere Unreinigkeit an dem Leder hängen (§. 200.), das Queckſilber aber geht gereinigt durch die Luftlöcher des Leders hindurch.

Warum das Queckſilber nicht durch die Leinwand läufft.

§. 227. Nun werden wir urtheilen können, warum das Queckſilber nicht durch die Leinwand hindurch läufft, wenn es nicht hindurch gepreßt wird. Es sey a b ein Luftloch der Leinwand: so ist klar, daß die Theile des Queckſilbers von einander getrennt werden müssen, wenn es durch die Leinwand hindurch dringen soll. So lange also die Schwere der über der Eröffnung a b stehenden Queckſilbersäule a b c d noch nicht so groß ist als die Kraft, mit welcher die Theilgen des Queckſilbers zusammenhängen, so lange wird nichts durch die Luftlöcher der Leinwand hindurch dringen können. Schüttet man nun viel Queckſilber in die Leinwand hinein, so wird endlich die Schwere der Queckſilbersäule a b c d grösser als die Kraft, damit seine Theilgen zusammenhängen; sie sondern sich also an dem Faden der Leinwand von einander ab, und es läufft ein Theil des Queckſilbers heraus. Doch wird dieses Heraus-

Tab. IV Fig. 55.

lauffen

lauffen so gleich aufhören, wenn die Schwere der über der Eröffnung a b stehenden Queckſilberſäule nicht mehr gröſſer iſt, als die Kraft, damit die Theilgen des Queckſilbers zuſammenhängen. Dieſes ſcheint freylich anfangs wunderlich. Das Waſſer läufft im Augenblick durch die Leinwand, und das Queckſilber, das doch 14 mahl ſchwerer iſt, und deſſen Theilgen eben ſo zart, wo nicht noch zärter ſind als die Waſſertheilgen, will nicht hindurchlauffen. Allein es hat auch mit dem Waſſer eine gantz andere Beſchaffenheit. Denn dieſes ziehet die Leinewand ſtärcker an ſich als ſeine Theilgen unter ſich zuſammenhängen (§. 200. 188.): Läufft nicht aus eben dieſer Urſache das Queckſilber, durch güldene und ſilberne Dreſſen? Es iſt aber auch bekant, daß das Gold und Silber das Queckſilber ſtarck an ſich ziehet (§. 200.). Und damit man gar nicht zweifle, daß es an dem Queckſilber nicht etwas beſonders ſey, wenn es durch die Luftlöcher der Leinwand nicht hindurchlauffen will: ſo darf man nur die Leinwand mit ſemine lycopodii beſtreuen und Waſſer darauf gieſſen, ſo wird dieſes, weil es das ſemen lycopodii nicht mercklich an ſich ziehet (§. 206.), eben ſo wenig, als das Queckſilber durch die Eröffnung der Leinewand hindurchlauffen.

§. 228. Es ſey a b c d ein gläſern oder höltzern Gefäß, in welchen ſich Queckſilber

Warum Queckſil-

ber in einem Glase eine erhabene Figur hat. Tab. IV Fig. 56.

befindet. Weil weder das Glas noch Holtz das Queckſilber ſtärcker an ſich ziehet, als ſeine Theile unter ſich zuſammenhängen (§. 223.): ſo wird es an dem Rande des Gefäſſes auch nicht in die Höhe ſteigen (§. 209.), und alſo keine hohle krumlinichte Oberfläche haben können; ſondern es muß vielmehr eine erhabene Oberfläche bekommen, und alſo in der Mitten höher ſtehen als am Rande. Dieſes läſt ſich folgendergeſtalt erweiſen. Das Queckſilbertheilgen h hänget mit dem andern i ſtärcker, als mit dem Gefäſſe zuſammen (§. 223.). Da es nun ſolchergeſtalt von dem Gefäſſe nicht mercklich angezogen wird: ſo bewegt es ſich nicht gegen den Rand des Gefäſſes c c (§. 29.), wenn es nicht von dem über ihm ſtehenden Queckſilber dahin getrieben wird. Weil aber die Schwere der über dem Theilgen h ſtehenden kleinen Queckſilberſäule noch nicht ſo groß iſt als die Kraft, damit die Theilgen h und i einander an ſich ziehen: ſo iſt auch dieſe nicht vermögend, das Theilgen i an das Gefäſſe zu bringen. Je weiter man aber von dem Puncte i herunterſteigt, deſto höher wird die Queckſilberſäule, welche die Theilgen des Queckſilbers gegen das Gefäſſe drückt. Es muß alſo das Queckſilber eine erhabene Oberfläche bekommen. Eben das muß erfolgen, wenn man Waſſer in ein Gefäß gießt, das mit ſemine lycopodii beſtreuet iſt (§. 206.). Es muß endlich

lich auch die Oberfläche des Wassers erhaben seyn, wenn man ein Glas gantz voll gieſt, daß es bey nahe überlauffen will. Denn in diesem Falle berühren die Wassertheilgen zur Seite die Luft, welche das Wasser nicht mercklich an sich ziehet (§. 227.).

Experimente welche sich hierauf gründen.

§. 229. Hieraus ist nun ferner abzunehmen, warum eine Grube in dem Wasser entstehet, wenn ein Cörper darauf drückt, welcher mit semine lycopodii überzogen ist. Wer der Sache nur ein wenig nachdencket, der wird finden, daß sich der vorige Beweis (§. 228.) auch hier anbringen lasse. Man bestreiche ein gläsernes hohles Kügelgen erst mit Unschlitt, und hernach mit semine lycopodii: so wird es eine Grube in das Wasser drücken, wenn man es darauf setzt. Und weil das Wasser dieses Kügelgen nicht mercklich an sich zieht (§. 206.): so wird es sich auch nicht so, wie es die anziehende Kraft erfodert, sondern vielmehr dergestalt, wie es seine Schwere mit sich bringt, bewegen müssen. Weil nun ein Cörper vermöge seiner Schwere so lange niedersinckt als er kan: so wird sich dieses Kügelgen beständig von dem höhern Orte gegen den tieffern bewegen. Wenn man den Finger in das Wasser steckt: so steigt das Wasser an dem Finger in die Höhe (§. 207.); eben dieses geschiehet auch an dem Rande des Gefässes, wenn es nicht gantz voll ist (§. 209.). Derowegen wird sich das

Kügelgen so wohl von dem Finger als von dem Gefässe entfernen müssen. Weil aber das Wasser in einem gantz voll gegossenen Gefässe am Rande niedriger stehet als in der Mitten (§. 228.); weil es um den Finger niedriger stehet, wenn man ihn mit semine lycopodii überzogen hat, und ihn ins Wasser steckt: so ist es nicht anders möglich, es muß sich das Kügelgen in dem ersten Falle gegen den Rand, im andern aber gegen den Finger bewegen. Hieraus werden wir ferner urtheilen können, warum zwey mit semine lycopodii bestrichene Kügelgen gegen einander lauffen, so bald sie einander etwas nahe kommen, und warum ein solches Kügelgen vor einem andern, welches nicht mit semine lycopodii bestrichen ist, fliehet.

Warum das Wasser an einem Glase herunter läuft.

§. 230. Wenn man ein Glas a b r d, das voll Wasser ist, dergestalt bieget, daß das Wasser anfängt heraus zu lauffen: so sollte der Tropfen b, vermöge seiner Schwere, nach der Direction b e herunterfallen. Weil aber das Glas den Tropfen starck an sich zieht (§. 200.): so wird er von zweyen Kräften b f und b e getrieben, deren eine b f die anziehende Kraft des Glases, die andere aber die Schwere des Tropfens ist. Da nun diese beyden Kräfte einen Winckel einschliessen: so muß dieser, und alle nachfolgende Tropfen, die Diagonallinie b r durchlauffen (§. 45.).

Tab. IV Fig. 57.

Wenn

Wenn der Tropfen in den Punct r gekommen ist: so treibt ihn die anziehende Kraft des Glases nach der Direction r g in die Höhe, die Schwere aber nach der Direction r h niederwärts. Weil nun sodann die beyden Kräfte r g und r h einander entgegengesetzt sind: so kömmt es darauf an, welche von beyden stärcker ist. Ist die anziehende Kraft des Glases r g grösser, als die Schwere des Tropfens r h: so bleibt der Tropfen hängen; ist aber die Schwere r h grösser, so fällt er herab. Wenn das Wasser sehr geschwind an dem Glase herunterläufft, so erhält es durch den Fall eine Kraft, sich nach der Direction r i zu bewegen. Weil es aber vermöge der Schwere r h niederwärts getrieben wird: so fängt es an, sich in der Diagonallinie r k zu bewegen, und fällt also erst hinter dem Glase in einer paraboliſchen Linie nieder (§. 141.). Nur muß man nicht gar zu viel Wasser auf einmahl ausgiessen. Denn wenn dieses geschiehet: so ist die Schwere des Wassers b e viel grösser, als die anziehende Kraft des Glases b f (§. 146.), und so fällt das Wasser sogleich, vermöge seiner Schwere, nach der Direction b e herunter. Eben dieses erfolget, wenn das Gefässe horizontal gehalten wird. Denn in diesem Falle sind die Schwere und die anziehende Kraft zwey einander entgegengesetzte Kräfte und können also

keine

keine zusammengesetzte Bewegung des Tropfens verursachen.

An welchem Gefässe das Queckſilber herunterläuft.

§. 231. Das Queckſilber hängt ſich an die Metalle eben ſo, wie das Waſſer an das Glas an (§. 200.). Derowegen muß es an einem polierten zinnernen Gefäſſe, wenn man es aus demſelben herausgieſſet, eben ſo, wie das Waſſer an dem gläſernen herunterlauffen (§. 200.). Gleichwie es ſich aber an ein höltzernes und gläſernes Gefäß nicht mercklich anhängt (§. 223.): ſo iſt leicht der Schluß zu machen, daß es auch an dergleichen Gefäſſe nicht herunterlauffen werde. Und ſo findet man ferner, daß das Waſſer an keinem Gefäſſe herunterlauffe, welches mit ſemine lycopodii beſtrichen iſt (§. 206.).

Wie die anziehende Kraft eine krumlinigte Bewegung verurſachet. Tab. IV Fig. 58.

§. 232. Wenn das Waſſer aus einer engen Röhre nach der Direction a b in die Höhe ſpringt, und man berühret es in dem Puncte a mit einem Stocke, oder überhaupt mit einem cylindriſchen Cörper, welcher das Waſſer ſtärcker an ſich zieht, als die Waſſertheilgen unter ſich zuſammhängen: ſo wird der Stock das Waſſer nach der Direction a c an ſich ziehen (§. 188.). Nun treibt es der Sprung nach der Direction a b in die Höhe. Derowegen muß es wegen der beyden Kräfte a b und a c im erſten Augenblicke die Diagonallinie a d durchlauffen (§. 45.). Es ſolte zwar ſeine Bewegung in der Linie a d e fortſetzen; weil es aber im Puncte d noch

den

den Cylinder berührt: welcher nach der Direction d c in das Wasser würcket: so muß es sich im andern Augenblicke wegen der beyden Kräfte d c und d e durch die Diagonallinie d f bewegen; und mit einem Wort: das Wasser besitzt beyde Centralkräfte. Denn die anziehende Kraft des Cylinders a c ist die Centripetal, und der Sprung in der Linie a b die Centrifugalkraft des Wassers (§. 104.). Wenn nun ein jeder Cörper, welcher beyde Centralkräfte besitzt, eine krumme Linie beschreibt (§ 105.): so muß auch das Wasser um den Stock herumlauffen. Wegen des beständigen Widerstandes aber häuffet es sich unten an dem Stocke und fällt tropfenweise herab. Es ist ohne mein Erinnern klar, daß die springende Wassersäule a b nicht allzudicke seyn dürfe. Denn sonst würde ihre Gewalt unendliche mahl grösser seyn, als die anziehende Kraft des Cylinders. Wenn aber die Kraft a b unendliche mahl grösser ist als die Kraft a c: so ist die Diagonallinie a d von der Linie a b nicht mercklich verschieden. Ja selbst das Wesen der flüßigen Materie läst es nicht zu, daß sich eine dicke Wassersäule um den Cylinder herum legen kan. Denn die Schwere würde viel grösser seyn, als die Kraft, damit die Theilgen des Wassers zusammenhängen. Ich zweifle nicht, daß dieses auch mit dem Queckſilber angehe, wenn man sich an statt des höltzernen eines

glatt

glatt polirten zinnernen Cylinders bediente. Denn, wenn man anstatt des metallenen einen höltzernen Cylinder nehmen wolte: so würde er das Queckſilber nicht an ſich ziehen; ſondern dieſes würde vielmehr, weil der Cylinder ſeiner Bewegung widerſtünde, von demſelben abgelenckt werden. Und dieſes iſt an dem Queckſilber nichts beſonders. Es wird auch das Waſſer von dem Cylinder reflectirt, wenn man ihn mit Unſchlitt und ſemine lycopodii überzogen hat, daß ſich das Waſſer nicht mercklich daranhängt.

Wie die anziehende Kraft in das ſpringende Waſſer würckt

§. 233. Es ſey a b c d eine gläſerne Röhre welche oben in c d eine ſchiefe Eröffnung hat, dergeſtalt, daß a c höher iſt als b d. Man ſetze, es ſolle das Waſſer aus dieſer Röhre nach der Direction e f in die Höhe ſpringen. Weil nun das herausſpringende Waſſer die Röhre in c berühret: ſo zieht es die Röhre nach der Direction e g an ſich. Derowegen wird es von zweyen Kräften g e und e f getrieben, und muß ſich alſo in der Diagonallinie e h bewegen. Solchergeſtalt ſpringt das Waſſer aus einer Röhre, welche eine ſchiefe Eröffnung hat, nicht gerade in die Höhe; ſondern es wird gegen die Seite, wo die Röhre am höchſten iſt, herübergebogen. Ich zweifle nicht, daß eben dieſes auch mit dem Queckſilber erfolgen werde, wenn es aus einer reinen zinnernen Röhre, die oben eine

Tab. IV Fig. 59.

ſchiefe

schiefe Eröffnung hat, in die Höhe springt. Allein, man darf diese Würckung nicht erwarten, wenn das Queckſilber aus einer gläſernen, oder höltzernen Röhre herausſpringt (§. 223.).

Zurückſtoſſende Kraft wird geleugnet.

§. 234. Nach dem allen wird man nicht mehr zweifeln, daß die anziehende Kraft würcklich in der Natur vorhanden ſey. Wie man aber aus den angeführten Experimenten behaupten wolle, daß das ſemen lycopodii eine Kraft habe das Waſſer von ſich zu ſtoſſen, daran iſt gar nicht zu gedencken. Dergleichen Kraft würde überflüßig ſeyn, da ſich alles aus dem unmercklichen Zuſammenhängen des Waſſers mit dem ſemine lycopodii; dieſes aber aus der geringen Anzahl der Berührungspuncte zwiſchen beyden Cörpern vollkommen herleiten läſſet.

Von der Zähigkeit der flüßigen Materie.

§. 235. Die Zähigkeit der flüßigen Materie iſt deſto gröſſer, je ſtärcker ihre Theilgen zuſammenhängen (§. 193.). Die Theilgen hängen deſto ſtärcker zuſammen, je gröſſer ihre anziehende Kraft und die Anzahl der Berührungspuncte zwiſchen ihnen iſt. Die Anzahl der Berührungspuncte iſt deſto gröſſer, je mehrere Materie in einem Raum beyſammen iſt, das iſt, je ſchwerer die flüßige Materie iſt (§. 58.). Daher pflegen ſchwere flüßige Materien meiſtentheils ſehr zähe zu ſeyn. Queckſilber iſt zäher als Waſſer, Waſſer iſt zäher als Spiritus vini, und Spiritus

vini

vini zäher als die Lufft; wenn man anders behaupten kan das die Lufttheilgen unter einander zusammenhängen. Es ist aber auch das Quecksilber schwerer als Wasser, Wasser schwerer als Spiritus vini und der Spiritus vini schwerer als die Lufft.

Die kleinen Theilgen sind härter als der gantze Cörper.

§. 236. Noch weniger ist es bey den festen Cörpern allgemein, daß ihre Theilgen desto stärcker zusammenhängen solten, je schwerer sie sind. Gold und Bley sind schwerer und dennoch weicher als Eisen. Denn man nennet einen Cörper hart, wenn eine grosse Kraft erfodert wird seine Figur zu ändern. Und es ist desto mehr Kraft hiezu vonnöthen, je stärcker seine Theile zusammenhängen. Doch ist dieses nur von den grossen Theilen eines Cörpers zu verstehen. Denn die kleinen Theilgen können sehr harte seyn, da doch der gantze Cörper weich ist. Eine Pflaumenfeder ist weich, weil die Fäsergen, daraus sie besteht, sehr schlecht unter einander zusammenhängen, die Fäsergen selbst aber sind ziemlich harte, welches man wahrnimmt, wenn man sie von einander reissen will. Ja die kleinesten Theilgen aller Cörper müssen vollkommen harte seyn: weil keine Kraft in der Natur vermögend ist sie weiter zu zertheilen; und man hat sich daher die letzten Theilgen des Wassers oder andere flüßige Materien nicht anders als lauter unbeschreiblich kleine diamantene Kugeln vorzustellen.

§. 237.

§. 237. Wenn die Theilgen eines Cörpers eine solche Figur und Lage haben, daß sie sich auf einander verschieben lassen, und dennoch nicht von einander getrennet werden: so kan ein Cörper seine Figur ändern und sich von selbst wieder in die vorige versetzen. Es sey a b c d e f g ein solcher Cörper. Wenn dieser Cörper ausgedehnt wird: so bekommen seine Th ile eine solche Lage, wie es die 61ste Figur ausweiset, und weil sie sodann noch einander berühren: so ziehen sie auch noch einander an sich; und das Theilgen a welches die andern beyden b und c, berühret, wird von denen beyden Kräften a b und a c genöthigt, sich in der Diagonallinie a d zu bewegen, und also in seinen vorigen Ort zurücke zu gehen, wenn der Cörper nicht mehr ausgedehnet wird (§. 45.). Eben dieses gilt von dem Theilgen g, auch dieses muß sich in der Diagonallinie g d in seinen vorigen Ort zurücke begeben. Solchergestalt muß sich ein Cörper, der dergleichen Structur hat, ausdehnen lassen und sich von selbst in seine vorige Figur versetzen, so bald man nachlässet ihn auszudehnen. Ein Cörper, der sich selbst in seine vorige Figur versetzet, wenn man dieselbe geändert hat; ist elastisch, und so haben wir gesehen, wie die Elasticität der Cörper vermittelst ihrer Structur möglich sey. Exempel hiervon geben Holtz, Stahl, Elffenbein u. s. w. Denn ein Stäbgen Holtz, Elffen-

Wie die Structur eines elastischen Cörpers beschaffen seyn müsse. Tab. IV Fig. 60.

bein und eine Degenklinge läst sich biegen und springt hernach von selbst wieder zurück. Und freylich müssen dergleichen Cörper ausgedehnet werden, wenn man sie krumm bieget. Wie wolte eine Degenklinge können zerbrochen werden, wenn ihre Theilgen durch das Biegen näher an einander gebracht würden? Solchergestalt aber läst sich ein elastischer Cörper nur bis auf einen gewissen Grad ausdehnen. Wird er allzustarck gedehnet: so entfernen sich seine Theile dergestalt von einander, daß sie einander nicht mehr berühren. Berühren sie einander nicht mehr: so hängen sie nicht mehr zusammen; hängen sie aber nicht mehr zusammen: so muß der Cörper nothwendig zerbrechen. Vielleicht läst sich aber die angegebene Ursache der Elasticität nicht allenthalben anbringen. Finden wir nicht, daß sich viele Cörper zusammendrücken lassen, und sich hernach von selbst wieder ausdehnen? Wir sehen dieses unter andern an den Pflaumfedern. Es läst sich ein Sack mit Pflaumfedern sehr starck zusammendrücken und dehnt sich hernach von selbst wieder aus. Wie kan man nun behaupten, daß diese Pflaumfedern ausgedehnt werden, wenn der Sack zusammengedrückt wird? Allein dieser Zweifel wird wegfallen, wenn man bedenckt, daß die Pflaumfedern aus lauter kleinen Fäsergen bestehen. Drückt man sie nun zusammen: so müssen alle diese Fäsergen

krumm

krumm gebogen werden; wenn aber ein Cörper krumm gebogen wird: so werden seine Theilgen gedehnt. Derowegen müssen auch die Fäsergen der Pflaumfedern ausgedehnt werden, wenn man den Sack, darinnen sie sind, zusammendrückt. Läst man nun mit Drücken nach: so springen sie wieder zurück, sie versetzen sich in ihre vorige Figur, und dehnen den Sack, darinnen sie sind, aus. Eine gleiche Beschaffenheit hat es mit einem Schwamme. Er dehnt sich wieder aus, wenn er zusammengedrückt worden, und man mit Drücken nachläst. Verlangt man die Ursache zu wissen: so betrachte man ihn nur durch ein Vergrösserungsglas: so wird man sehen, daß er aus lauter Fäsergen zusammengesetzt ist, welche krumm gebogen und folglich gedehnt werden, wenn man den Schwamm zusammendrückt. Es haben einige Naturkündiger geglaubt, daß die subtile Himmelsluft aus den Zwischenräumgen der Cörper herausgejagt würde, wenn man sie zusammendrückte, und daß diese eine beständige Bemühung anwendete ihren vorigen Platz einzunehmen und in die Zwischenräumgen hineinzudringen, dadurch es dann geschähe, daß sich der Cörper wieder ausdehnete, und in seine vorige Gestalt versetzt würde. Es ist Schade, daß man einer so artigen Erfindung, wie diese ist, nicht Beyfall geben soll. Allein, man ist von der Gegenwart der Him- Fig. 56.

melsluft nur allzuwenig versichert, und man bedenckt nicht, daß eine flüßige Materie von allen Seiten gleich starck drücken, und also keine solche Bewegung hervorbringen würde. Und endlich, so wüste ich nicht, warum sich eine gedehnte Saite wieder zusammenzöge, da doch durch das Ausdehnen ihre Zwischenräumgen erweitert werden, und also der Himmelsluft ein freyerer Durchgang verstattet wird.

Von den zerbrechlichen Cörpern und den Glastropffen.

§. 238. Wenn ein Cörper eine solche Structur hat, daß sich seine Theile nicht bewegen lassen, ohne sich dergestalt zu entfernen, daß sie einander nicht mehr berühren: so läst sich der Cörper nicht ausdehnen; sondern er zerbricht. Dergleichen Cörper werden spröde und zerbrechliche Cörper genennt. Ein merckwürdiges Exempel geben die Glastropfen, welche folgendergestalt verfertigt werden. Man schmeltzt ein Stück Glas und gießt es ins kalte Wasser: so bekömmt es eine Gestalt wie die Figur ausweiset. Nachdem es kalt geworden, wird es von einer grossen Härtigkeit befunden. Denn man kan mit einem Hammer ziemlich starck auf den Kopf des Glastropffens schlagen, ohne daß er davon zerbricht. Allein, so bald man den Schwantz abbricht, so zerspringt der gantze Glastropfen sogleich mit einem Knalle in einen subtilen Staub. Mit welcher Gewalt er zerspringe, kan man am besten sehn wenn

Tab. V. Fig. 62.

man

man ihn in ein Glas mit Wasser hält und den Schwantz darinnen abbricht: denn der Glastropfen pflegt alsdenn meistentheils das Glas in Stücken zu schlagen. Er zerspringt ferner in einem luftleeren Raume eben so, wie in der freyen Luft; woraus man siehet, daß sich diese Würckung nicht vom Drucke der Luft herleiten lasse. Wolte man aber, seine Zuflucht zu der subtilen Himmelsluft nehmen, und behaupten, es dringe dieselbe, nachdem der Schwantz des Glastropfens abgebrochen, mit Gewalt in die Blasen hinein, die man fast beständig in dem Glastropfen antrifft; sie führe aus einer in die andere und zerstiesse im Augenblick diese zerbrechliche Gewölber: so würde man nicht nur ohne Beweis annehmen, daß alle diese Blasen in dem Glastropfen mit einander Gemeinschaft hätten, damit die Himmelsluft aus einer in die andere kommen könte; sondern man würde auch ohne allen Grund behaupten, daß diese kleinen Gewölber so sehr zerbrechlich wären, ja man würde vollkommen widerlegt seyn, wenn man bedächte, daß dergleichen Glastropfen oft abgeschliffen worden und nicht zerbrochen, ohnerachtet man im Schleifen an viele Luftblasen gekommen.* Wir werden also die Ursache von dieser Würckung aus der Verfertigung der Glastropfen selbst her-

* Wolffs Versuche T. III. p. 97.

herzuleiten haben. Nichts ist gewisser, als daß das Glas von der Kälte dichter gemacht wird. Es gilt dieses von allen Cörpern, und ich werde im folgenden Capitel Gelegenheit haben, es ins besondere von dem Glase zu erweisen. So bald demnach das geschmolzene Glas in das kalte Wasser kommt, so bald wird es durch und durch erkältet. Es wird dichter gemacht, seine Theile kommen näher an einander, sie berühren einander in mehrern Puncten und hängen also sehr starck zusammen (§. 186.). Und so sehen wir, warum die Glastropfen so harte sind. Weil aber ferner der Glastropfen in dem kalten Wasser auf einmahl durch und durch erkältet wird: so hängen seine Theile mit gleicher Kraft zusammen. Wenn man also anfängt, den Schwantz des Glastropfens zu biegen: so werden alle seine Theile gleich starck gedehnt. Wird nun der Schwantz des Glastropfens so starck gedehnt, daß er zerbricht: so werden zugleich alle Theile des Glastropfens dergestalt gedehnt worden seyn, daß sie einander nicht mehr berühren. Berühren sie einander nicht mehr: so hängen sie nicht mehr zusammen; hängen sie aber nicht mehr zusammen: so zerfällt der Glastropfen in einen Staub. Wenn man den Glastropfen heiß macht: so verliert er seine Kraft. Denn durch die Hitze wird das Glas ausgedehnet. Es wird die Härte, und mit derselben das

gleich-

gleichförmige Zusammenhängen der Theilgen, und also die Ursache von dem Zerspringen des Glastropfens aufgehoben.

§. 239. Dieses sind einige Würckungen, welche von der anziehenden Kraft der Cörper herrühren. Wer mehreren Unterricht davon verlanget, kan unter andern in den Schriften des Herrn Hambergers und Müschenbroecks dergleichen antreffen. Der erstere leitet mit dem Herrn von Leibnitzen das Zusammenhängen der Cörper von einer druckenden Kraft, und Bemühung der kleinen Theilgen her, sich nach entgegengesetzten Richtungen zu bewegen. Der andre aber schreibt solches mit den Newton einer anziehenden Kraft zu, welche ihre Würckung verrichtet, ohne daß sich die Cörper berühren, ob sie gleich in der unmittelbahren Berührung am stärcksten ist, worinnen wir ihm gefolget sind. Es führet dieser Herr Müschenbroeck unter andern folgendes Experiment an, die ausser der Berührung würckende anziehende Kraft zu erweisen. Man nehme zwey gläserne polierte Platten und lege sie auf einander, daß sie einander berühren; so werden sie sehr starck zusammenhängen. Man lege ferner hier und da einen Faden Seide, wie ihn der Seidenwurm spinnet, darzwischen: so werden sie noch, obgleich viel schwächer, zusammenhängen, da sie doch um die Dicke eines solchen Fadens von einander entfernet sind. End- Beschluß.

lich so lege man einige seidene Faden, welche noch einmahl so dicke sind, als die vorigen, zwischen die gläsernen Platten: so werden sie um die Dicke eines doppelten Fadens von einander entfernet seyn; dem aber ohngeachtet wird man unter ihnen noch einiges obgleich noch schwächeres Zusammenhängen verspüren können. Allein weil man sprechen möchte: Wer will uns gut davor seyn, daß die Spiegelgläser vollkommen glatt sind, und daß nicht noch einige Theilgen über die andern erhaben seyn solten, welche einander noch ein wenig berühren, wenn gleich ein seidener Faden darzwischen gelegt ist? so habe ich dieses lieber aus andern Gründen darthun wollen (§. 207.).

Das 6. Capitel,
Von dem Feuer.

§. 240.

Nutzen der Betrachtung des Feuers.

Es giebt eine gewisse Art der Empfindung; wenn diese bey uns entstehet, so pflegen wir zu sagen, es sey warm. Wenn nun keine Empfindung entstehen kan, ohne daß eine Bewegung in den Nerven vorgehet: so muß ein Cörper in der Welt vorhanden seyn, welcher diese Bewegung, und die daher rührende Empfindung der Wärme verursachet. Und dieser ist es eben, welchen man mit dem Nahmen des Feuers belegt hat. Es

verdienet aber das Feuer unsere Aufmercksamkeit desto mehr, je gewisser es ist, daß man es nicht entbehren kan. Wärme und Licht sind zwey Würckungen desselben, deren erstere das Weltgebäude in seiner Vollkommenheit erhält, die andere aber uns dieselbe empfinden läst. Thiere und Pflantzen würden untergehen müssen, wenn ihre Säfte durch die Wärme nicht flüßig, und im Umlauffe erhalten würden. Man würde in einer Egyptischen Finsterniß sitzen, und sich von der Welt keine bessere Begriffe als ein Blindgeborner machen können, wenn man uns des Lichts berauben wollte. Habe ich mir nicht sagen lassen, daß die Heyden darum die Sonne angebetet, weil sie erkant, daß dieses alles von ihr herrühret? Was ist aber die Sonne anders, als ein grosser Feuerklumpen? Freylich hätten sie dergleichen Ehrerbietung dem Schöpfer, und nicht dem Geschöpfe erweisen sollen. Indessen ist es doch merckwürdig, daß ein nicht weit genug getriebener Vernunftschluß von dem Nutzen des Feuers sie hierzu verleitet. Dasjenige nun, was einem jeden aus der täglichen Erfahrung von dem Feuer bekannt ist, ist dieses, daß ein Cörper bald warm, bald kalt seyn könne. Was kan man aber hieraus anders schliessen, als daß sich das Feuer aus einem Cörper in den andern herrüber bewege? Die Natur ist eine viel zu ordentliche Gesetzgeberin, als daß sie solte un-

terlassen haben, dem Feuer Regeln vorzuschreiben, nach welchen es seine Bewegung hervorbringet. Wir wollen demnach versuchen, ob sich diese Gesetze bestimmen lassen.

Das Feuer ist flüßig.

§. 241. Wir kennen keinen Cörper, der nicht durch und durch warm werden könte. Dieses könte nicht geschehen, wenn das Feuer nicht in die kleinsten Zwischenräumgen der Cörper hineindränge. Es müssen demnach die Theilgen des Feuers nicht nur ungemein kleine seyn, sondern sie müssen auch sehr schlecht unter einander zusammenhängen. Ein Cörper, welcher aus sehr kleinen Theilgen zusammengesetzt ist, die nur gantz schlecht unter einander zusammenhängen, ist flüßig. Es ist demnach ausser Zweiffel, daß das Feuer unter die flüßigen Materien zu zehlen sey.

Alle Cörper haben Zwischenräumgen.

§. 242. Es mag im übrigen das Feuer so flüßig seyn wie es immer will: so könnte es doch nicht in einen Cörper hineindringen, wenn er keine Zwischenräumgen hätte. Da wir nun finden, daß es in alle Cörper hineindringt: so müssen auch alle Cörper Zwischenräumgen haben, die von ihrer eigenthümlichen Materie leer sind. Es fließt dieses selbst aus dem Wesen des Cörpers. Denn weil er aus vielen Theilen zusammengesetzt ist: so müssen Zwischenräumgen bleiben, wo die Theile nicht gantz genau auf einander passen. In einigen Cörpern, als im Schwamme, im Holtze, in der Leinewand,

sind

Digitized by Google

sind diese Zwischenräumgen so groß, daß man sie auch mit blossen Augen wahrnehmen kan, in andern entdeckt man sie durch die Vergrösserungsgläser, oder auch auf andere Weise.

Die Feuertheilgen sind rund.

§. 243. Die Theilgen einer flüßigen Materie kommen der kugelrunden Gestalt desto näher, je schwächer sie unter einander zusammenhängen (§. 193.). Da nun die Kraft, mit welcher die Feuertheilgen zusammenhängen, bey nahe unendlich klein ist: so müssen sie von der kugelrunden Gestalt nicht mercklich unterschieden seyn, oder eigentlich zu sagen, sie sind lauter vollkommene Kügelgen.

Das Feuer ist leichter als die übrigen Cörper.

§. 244. Das Feuer dringt in die kleinsten Zwischenräumgen aller Cörper hinein. Wenn eine flüßige Materie in die kleinen Zwischenräumgen eines andern Cörpers hineindringen soll; so muß sie dieser Cörper stärcker an sich ziehen, als ihre Theile unter sich zusammenhängen (§. 221.). Da nun kein Cörper eine flüßige Materie stärcker an sich ziehet als ihre Theile unter sich zusammenhängen, wenn er nicht von schwererer Art ist (§. 200. 223.): so muß das Feuer leichter seyn als alle übrige Cörper.

Das Feuer geht aus dem wärmern in den kältern Cörper herüber.

§. 245. Wenn sich das Feuer bey einem Cörper in grosser Menge befindet: so werden viele Feuertheilgen diesen Cörper nicht unmittelbar berühren können; sie berühren aber andere Cörper, welche diesen umgeben, und wel-

welche nicht so viele Feuertheilgen besitzen. Weil sie nun von den umstehenden Cörpern angezogen werden (§. 200.): so müssen sie sich von einander trennen, den wärmeren Cörper verlassen, und in die umstehenden so lange herüber gehen, bis sie insgesamt einerley Grad der Wärme erhalten. Ein heisses Eisen wird in der Luft so wohl wie im Wasser, im Wasser so wohl wie in der Erde, kalt, wenn diese Cörper kälter sind als das Eisen. Wären sie aber nicht kälter: so würde auch das Eisen seine Wärme nicht verlieren können. Die Erfahrung bestätigt dieses nicht nur von dem Eisen; sondern von allen Cörpern, die wir kennen. Man halte des Winters die eine Hand zum Fenster hinaus, daß sie kalt wird, die andere aber stecke man in den Busen. Wenn die eine Hand recht erkältet ist: so stecke man beyde Hände ins Wasser: so wird die kalte Hand im Wasser warm, die warme aber kalt werden. Hieraus sehen wir offenbar, daß sich die Feuertheilgen aus dem Wasser in die kalte Hand herüber bewegen, weil diese weniger Feuer bey sich hat als das Wasser, da hingegen die warme Hand ihre Feuertheilgen dem Wasser, welches kälter ist, mittheilet. Wenn man ein Stückgen Eisen ein paar Minuten in kochendes Wasser hält: so wird es kalt anzufühlen seyn, wenn man es aus dem Wasser herausziehet. Hält man es aber eine Weile in der Hand: so

wird

wird es dergestalt heiß werden, daß man nicht mehr vermögend ist es in der Hand zu behalten. Die Ursache hievon bestimmt sich ebenfals daraus, daß sich das Feuer immer nach dem kältern Orte bewegt. Denn wenn dieses seine Richtigkeit hat: so wird sich das Feuer aus dem heissen Wasser sogleich in das Eisen herüber begeben. Weil nun diejenigen Theilgen, welche die Axe des eisernen Cylinders ausmachen, alsdenn die kältesten sind: so muß die Bewegung des Feuers von allen Puncten der Oberfläche dieses Cylinders gegen seine Axe geschehen. Nimmt man nun den eisernen Cylinder in die Hand; so hat derselbe zwar viele Feuertheilgen bey sich; weil sie sich aber nicht gegen die Hand, sondern vielmehr gegen die inwendigen Theile des Cylinders bewegen: so kan dieses Feuer auch nicht in die Hand würcken, und folglich dieselbe nicht erwärmen (§. 52.). Hält man aber das Eisen eine Zeitlang in der Hand: so wird die Oberfläche des Eisens, welche die kalte Lufft berührt, kälter werden als die Theile, welche die Axe ausmachen. Es muß also das Feuer, welches sich allemahl nach dem kältern Orte bewegt, aus der Axe des Cylinders gegen die Oberfläche herausdringen; weil es sich aber alsdenn gegen die Hand, in welcher man das Eisen hält, bewegt; so muß es in dieselbe würcken, und sie erwärmen. Man kan im übrigen leicht ur-

urtheilen, daß man das Eisen weder gar zu bald aus dem warmen Wasser herausnehmen, noch auch allzulange darinnen lassen dürfe. Denn, nimmt man es gar zu bald heraus: so ist die Würckung wegen des wenigen Feuers, so es bey sich hat, nicht mercklich; läßt man es aber allzulange in dem heissen Wasser: so wird es durch und durch mit so vielen Feuertheilgen erfüllet, daß es so gleich heiß ist, wenn man es aus dem Wasser herausziehet. Solchergestalt wird diese Würckung mehr zufälliger Weise, als durch Fleiß erhalten. Wie nun dieses alles mit dem vorher gegebenen Beweise übereinstimmt: so wird man kein Bedencken tragen einzuräumen, daß das Feuer aus dem wärmeren Cörper in den kälteren so lange herübergehe, bis beyde einerley Grad der Wärme besitzen. Hieraus fliesset nun ferner, es könne kein Cörper in der Welt vollkommen kalt seyn. Denn es würde sich sogleich das Feuer aus den umstehenden Cörpern in diesen herüber bewegen müssen.

Ein Einwurf wird gehoben.

§. 246. Man möchte vielleicht den Einwurf machen, daß dieses mit denen in vorigem Capitel erwiesenen Sätzen stritte, welche erfodern, daß eine flüßige Materie einen Cörper desto stärcker an sich ziehen müssen, je grösser die Anzahl der Berührungspuncte ist (§. 189.). Wenn nun z. E. das Eisen in der Lufft erkalten soll, so muß das Feuer aus dem Eisen

in

in die Lufft herüber dringen. Und da die anziehende Kraft bey dem Eisen stärcker ist, als bey der Luft: so hat es das Ansehen, als müste die kleinere Kraft die grössere überwinden, wenn das Feuer aus dem Eisen in die Luft herüber gehen sollte. Allein dieser Vernunftschluß würde seine Richtigkeit haben, wenn man erweisen könte, daß alle Theile des Feuers das Eisen unmittelbar berührten, welches man hier zum voraus setzet. Weil aber bey einem heissen Eisen unmöglich alle Feuertheilgen das Eisen unmittelbar berühren können: so hat die anziehende Kraft der Luft keinen grösseren Widerstand zu überwinden, als derjenige ist, damit die Theilgen des Feuers unter sich zusammenhängen. Da nun dieser Widerstand ungemein geringe ist, und die Luft das Feuer stärcker an sich zieht, als seine Theilgen unter sich zusammenhängen (§. 200.): so ist es gantz und gar nicht zu verwundern, wenn die Feuertheilgen aus dem heissen Eisen in die Luft, und also aus einem Cörper von schwererer Art, den sie nicht unmittelbar berühren, in einen Cörper von leichterer Art, als der vorhergehende, den sie aber berühren, herübergehen. Wir finden ja, daß eben dieses auch in andern Fällen geschieht. Thon ist sonder Zweifel schwererer als Leinwand, gleichwohl sehen wir daß nasser Thon trocken wird, wenn man ihn in die Leinwand einwickelt, die Leinwand aber zieht das Wasser

ser an sich, und wird davon befeuchtet. Denn wenn der Thon sehr naß ist: so berühren viele Wassertheilgen denselben nicht unmittelbar. Wenn man sie also davon absondern will, so wird hiezu eine nicht viel grössere Kraft erfodert, als diejenige ist, mit welcher die Wassertheilgen unter sich zusammenhängen. Weil nun die Leinwand ein Cörper von schwererer Art ist als das Wasser, und also die Wassertheilgen stärcker an sich zieht, als diese unter sich zusammenhängen (§. 200.): so begreift man leicht, daß das Wasser den Thon verlassen, und in die Leinwand herüber gehen müsse.

Das Feuer dringt häufiger in einen schweren, als in einen leichten Cörper hinein.

§. 247. Ein Cörper hat desto mehrere Theile, je dichter er ist. Da nun ein jedes Theilgen eine anziehende Kraft hat: so wird ein Cörper das Feuer desto stärcker und häufiger an sich ziehen je dichter er ist. Und dieses bestätigt wieder die Erfahrung. Ein heisses Eisen wird kalt, und verliert also seine Feuertheilgen in einem luftleeren Raume, es verliert dieselbe in der Luft, im Wasser, in der Erde, und in einem andern Eisen; allein es verliert sie am geschwindesten im Eisen und in der Erde, langsamer im Wasser, noch langsamer in der Luft, und am allerlangsamsten in einem luftleeren Raume. Wer wolte aber zweifeln, daß Eisen schwerer und also auch dichter sey als Erde, daß die Erde dichter sey als das Wasser, daß Wasser dichter

sey

sey als die Luft, und daß endlich die Luft dichter sey, als diejenige flüßige Materie, welche in einem luftleeren Raume angetroffen wird. Luft und Wasser haben ihnen selbst gelassen einerley Grad der Wärme (§. 245.). Da nun unsere Hand durch den Umlauf des Geblüts ordentlicher Weise wärmer gemacht wird, als die Luft: so verliert sie ihre Wärme so wohl in der Luft als im Wasser. Weil sie aber im Wasser viel geschwinder erkältet wird, so kömmt es uns vor als wäre das Wasser kälter als die Luft. Es ist aber leicht zu erachten, warum die Hand im kalten Wasser viel geschwinder als in der Luft erkältet werde. Wasser ist bey nahe 900 mahl schwerer, und also auch dichter als die Luft. Es berührt demnach die Luft die Hand bey weiten nicht in so vielen Puncten, als das Wasser. Und so ist es nicht anders möglich, es muß die Hand ihre Feuertheilgen im Wasser geschwinder als in der Luft verlieren, ohnerachtet die Luft mit dem Wasser einerley Grad der Wärme hat. Was hier von dem Wasser gesagt worden, das gilt von mehreren Cörpern, und man sieht hieraus, warum uns immer ein Cörper kälter vorkomen müsse als der andere.

§. 248. Wenn man mit einem Hammer unter einen spitzigen Winckel auf ein Eisen schlägt: so wird es durch das Schlagen erst warm, endlich aber gar glüend werden. Das

Worinnen die Wärme bestehe.

Eisen hat mit der Luft einerley Grad der Wärme (§. 245.). Da sich nun das Feuer nur sodann in einen andern Cörper herüberbewegt, wenn er kälter ist, als derjenige, bey dem es sich befindet (§. 245.): so kan das Feuer nicht aus der Lufft in das Eisen hineingedrungen seyn, und dasselbe warm gemacht haben. Ja, wenn man auch gleich zugeben wollte, das Eisen sey kälter als die Luft: so würde der vorige Schluß dennoch noch statt haben. Denn so bald das Eisen nur ein wenig warm geworden wäre, so wäre es wärmer als die Luft, und würde folglich keine Feuertheilgen mehr aus der Luft annehmen. Da aber gleichwohl die Wärme und das Glüen des Eisens von der Gegenwart des Feuers in demselben zeugen: so muß das Feuer schon vorher in dem Eisen vorhanden gewesen, und durch das Schlagen nur in Bewegung gesetzt worden seyn. Denn weil durch das Schlagen und Reiben die Theile eines Cörpers erschüttert, und also in eine zitternde Bewegung gesetzt werden: so wird diese Bewegung dem Feuer, welches sich in den Zwischenräumgen befindet, gleichfalls mitgetheilt. Es entsteht also die Wärme durch die Bewegung der Feuertheilgen, und ist demnach nichts anders, als die Gewalt des bewegten Feuers. Die Gewalt eines Cörpers ist desto grösser, je grösser seine Masse oder Geschwindigkeit ist (§. 56.). Es

muß

muß demnach ein Cörper desto wärmer seyn, je mehr Feuertheilgen er besitzt, und je schneller sie sich bewegen. Weil ferner die Kraft eines bewegten Cörpers eine lebendige Kraft und die lebendige Kraft dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional ist (§. 83.): so wird diese Verhältniß auch bey der Wärme statt haben. Solchergestalt ist ein Cörper viermahl so warm, wenn sich die Feuertheilgen noch einmahl so geschwinde bewegen; er ist 9 mahl wärmer, wenn die Geschwindigkeit der Feuertheilgen 3 mahl so groß ist. Da nun das Feuer auf jeden Schlag des Hammers einen neuen Stoß, und also einen grössern Grad der Geschwindigkeit erhält: so muß die Gewalt des Feuers, und folglich die Wärme desto grösser werden, je heftiger man schlägt und je länger man mit Schlagen anhält (§. 56.).

Die Cörper können durch Reiben warm werden.

§. 249. Weil ein jeder Cörper Feuer bey sich hat (§. 245.); weil ferner durch das Reiben dieses Feuer in Bewegung gesetzt wird, und das bewegte Feuer eine Gewalt hat (§. 56.), die Gewalt des Feuers aber die Wärme ausmachet (§. 248.): so muß ein jeder Cörper, wenn er starck gerieben wird, warm werden. Alle Metalle, Glas, Stein, Holtz ꝛc. werden durch Reiben erwärmet. Denn wenn man ein Stück Holtz auf der Drechselbanck schnell herumdrehet, und ein anderes daran hält, daß es sich daran reibet: so wird es heiß

werden, und sich endlich gar entzünden. Wenn man einen Strick an einem Holtze hin und her zieht daß er starck gerieben wird, so wird er heiß, und entzündet sich endlich. Ja man will bemerckt haben, daß gantze Wälder bloß darum in den Brand gerathen, weil der Wind gemacht hat, daß sich die dürren Aeste starck an einander gerieben haben. Der Phosphorus eine Materie, welche im finstern leuchtet, entzündet sich mit der grösten Gewalt, so bald man ihn reibet. Die Wärme des menschlichen Cörpers selbst hat keinen andern Ursprung als das Reiben der Blutkügelgen an den Häuten der Adern. Eine eiserne Canonenkugel, welche bey dem kältesten Wetter aus einer Canone herausgeschossen wird, ist ungemein heiß, wenn sie zu Boden fällt. Diese Hitze von der Flamme des Pulvers herzuleiten geht darum nicht wohl an, weil sich die Kugel bey weitem keinen Augenblick in dieser Flamme befindet, in welcher Zeit sie unmöglich durch und durch hätte können erhitzt werden. Sie muß also diese Hitze von der schnellen Bewegung durch die Luft bekommen haben. Und dieses ist gantz wohl möglich. Denn weil sich die Kugel binnen einer Secunde 600 Schuh weit bewegt: so muß sie sich mit der Luft desto stärcker reiben, je mehr diese einer so schnellen Bewegung widersteht. Selbst flüßige Materien können durch ein heftiges Reiben ihrer Theilgen warm ge-

gemacht werden. Was entsteht nicht vor eine Hitze, wenn man Scheidewasser auf Eisenfeilspäne gießt? Die geschwinde Auflösung des Eisens aber, und die heftige Bewegung, welche man dabey wahrnimmt, zeugen zur Gnüge von einem gewaltsamen Reiben des Eisens, und des in dem Scheidewasser enthaltenen Saltzes. Und das rauchende Scheidewasser das von Vitriolöhle und Salpeter gemacht wird, wenn man es auf schwere Oehle, sonderlich aber auf Nelckenöhl gießt: so giebt es eine helle Flamme von sich. Man kan aber auch hier die heftige Bewegung, welche ohne ein starckes Reiben nicht abgehen kan, mit Augen sehen.

Ein Zweifel wird gehoben.

§. 250. Sollte es nicht einander widersprechen, daß alle Cörper, wenn die Luft, so sie umgiebt, gleich warm ist, auch einerley Grad der Wärme haben, da doch mehr Feuer in einen Cörper von schwererer, als von leichterer Art hineindringt, und wird nicht ein Cörper wärmer seyn müssen wenn er viele als wenn er nur wenig Feuertheile bey sich hat? Allein, weil die Wärme in der Gewalt des Feuers besteht (§. 243.), und man bey der Gewalt eines Cörpers nicht bloß auf seine Masse, sondern auch auf die Geschwindigkeit zu sehen hat (§. 56.): so werden wir nicht allein auf die Menge der Feuertheilgen, sondern auch auf die Geschwindigkeit, damit sie sich bewegen, unsere Augen zu richten haben,

wenn wir von der Wärme ein geschicktes Urtheil fällen wollen. Es mag also immerhin ein Cörper von schwererer Art mehr Feuertheilgen bey sich haben, als ein Cörper von leichterer Art; so können sie sich doch in dem erstern nicht so frey bewegen, wie in dem letztern. Denn dieser Bewegung widersteht nicht nur das starcke Zusammenhängen des Feuers mit dem Cörper von schwererer Art, sondern er giebt selbst, wegen seiner vielen Materie, die er besitzt, einen grossen Widerstand (§. 14.). Setzen wir nun in dem Cörper von schwererer Art eine grössere Menge von Feuertheilgen, die sich aber nicht frey bewegen können, in dem Cörper von leichterer Art aber wenig Feuer, das sich frey bewegt: so gewinnen wir bey dem erstern an der Masse was wir an der Geschwindigkeit verlieren; bey dem letztern gewinnen wir etwas an der Geschwindigkeit, da wir an der Masse einen Abgang leiden. Ist aber dieses, so hat das Feuer in dem einen Cörper so viel Gewalt, wie in dem andern (§. 56.), und darf also ein Cörper von schwererer Art deswegen nicht wärmer seyn, als ein anderer, weil er mehr Feuer besitzt (§. 247.). Solchergestalt wird eine ungleiche Menge von Feuertheilgen erfodert, verschiedenen Cörpern einen gleich grossen Grad der Wärme mitzutheilen. Und es muß ein schwererer Cörper einen andern mehrerer Wärme als ein leichterer berauben, obgleich

gleich der letztere wärmer wird als der erstere. Man lege einen warmen Cörper z. E. einen heissen Stein auf Holtz, Leinewand, und Metall, so wird das Holtz und die Leinewand sehr warm werden, da doch das Metall nicht mercklich erwärmet wird; Und gleichwohl wird der heisse Stein auf dem Metalle mehr, als auf dem Holtze, und der Leinewand von seiner Wärme verlieren.

Mathematischer Beweis von der Gewalt des Feuers.

§. 251. Damit wir noch genauer von der Wärme urtheilen können: so wollen wir versuchen, ob wir die Geschwindigkeit, damit sich die Feuertheilgen bewegen, einigermassen bestimmen können. Man wird nicht zweifeln, daß die Sonnenstrahlen aus lauter Feuertheilgen bestehen. Verlangen wir nun zu wissen, wie geschwinde sich das Feuer bewegt: so dürfen wir nur auf die Geschwindigkeit der Sonnenstrahlen acht haben. Man hat aber aus Observationen, welche ich unten (§. 642.) bey der Betrachtung des Weltgebäudes anführen werde, geschlossen, daß sich ein Sonnenstrahl binnen 8 Minuten von der Sonne bis auf die Erde bewege, und also einen Weg von 24000 halben Erddiametern zurückelege. Nun hält ein halber Erddiameter 19615782. geometrische Schuh. Es bewegt sich also ein Sonnenstrahl binnen 8 Minuten durch 24000 mahl 19615782. Schuh, das ist durch einen Raum von 470778768000 geometrischen Schuhen. Wenn man nun

schließt: wie 8 Minuten zu einer Secunde, so verhält sich der Raum, welchen die Sonnenstrahlen binnen 8 Minuten zurückelegen, zu dem Raume, den sie in einer Secunde durchlauffen: so bekömmt man folgende Proportion:

Sec. Sec. Schuh. Schuh.

480 : 1 = 470778768000 : 980789100.

(§. 85. Ar.). Es bewegt sich also der Sonnenstrahl innerhalb einer Secunde durch 980789100. Schuh. Eine Canonenkugel geht in einer Secunde 600. Schuh weit. Da sich nun die Geschwindigkeiten wie die Raume verhalten, wenn die Zeiten gleich sind (§. 42.): so verhält sich die Geschwindigkeit des Sonnenstrahls zu der Geschwindigkeit der Canonkugel wie 980789100. zu 600. das ist, wenn man beyderseits mit 600 dividiret, wie $1634648\frac{1}{2}$ zu 1 (§. 58. Ar.). Solchergestalt ist die Geschwindigkeit des Feuers $1634648\frac{1}{2}$ mahl grösser als die Geschwindigkeit einer Canonkugel. Und weil sich ferner die Kräfte der bewegten Cörper wie die Quadrate ihrer Geschwindigkeit verhalten (§. 85.): so verhält sich die Gewalt des Feuers zu der Gewalt einer Canonkugel, wenn beyde Cörper gleiche Masse hätten, wie das Quadrat von $1634648\frac{1}{2}$ zu dem Quadrate von 1. Wenn also die Masse des

Feuers

Feuers so groß wäre, wie die Masse der Canonkugel: so wäre seine Gewalt 267207571855$2\frac{1}{4}$ mahl grösser, als die Gewalt der Canonkugel. Hieraus erhellet demnach zur Gnüge, daß auch ein wenig Feuer, wegen der ungemeinen Geschwindigkeit, damit es sich bewegt, eine sehr grosse Gewalt besitzen müsse (§. 56.). Und nun wird es uns nicht befremden, wenn wir sehen, daß so heftige Würckungen durch das Feuer hervorgebracht werden.

Ein Zweifel wird gehoben.

§. 252. Will man nun noch behaupten, daß die Feuertheilgen eine spitzige Figur haben, weil sie in die Zwischenräumgen aller Cörper hineindringen? Gewiß, man sollte dergleichen Gedancken nur haben, wenn man nicht wüste, daß eine Flintenkugel eben so wohl als ein Degen in einen Cörper hineindringen könne. Gleichwohl ist die Kugel nicht spitzig. Allein, es rührt auch die Grösse der Würckung eines Cörpers nicht von seiner Figur her; sondern eine Flintenkugel stößt eben so viele Theile aus einem Brete heraus, als ein spitziger Degen, wenn sie sich nur beyde mit gleicher Kraft bewegen, obgleich jene eine runde, dieser aber eine spitzige Höle darinnen hervorbringt (§. 137.). Da wir nun finden, daß sich das Feuer mit einer unglaublichen Geschwindigkeit bewegt (§. 251.): warum sollte es nicht die Cörper zerreissen, zertheilen,

auflösen, flüßig machen und heftige Bewegungen in ihnen hervorbringen können?

Die Wärme dehnt alle Cörper aus.

§. 253. Hieraus sehen wir ferner, daß die Wärme alle Cörper ausdehnen müsse. Denn wie ist es möglich, daß sich die Feuertheilgen mit solcher Geschwindigkeit in den Zwischenräumen der Cörper bewegen können, ohne die Theile derselben weiter von einander zu bringen? Kommen aber die Theile eines Cörpers weiter von einander: so muß er nothwendig in einen grössern Raum ausgedehnt werden. Wenn nun dieses der Gewalt des Feuers, und also der Wärme zuzuschreiben ist (§. 248.); wenn ferner ein Cörper durch blosses Reiben warm werden kan (§. 248.): so wird auch ein Cörper ausgedehnt werden, wenn er durch Reiben erwärmet wird. Daher wird diese Ausdehnung bey dem Eisen durch Schlagen eben so zuwege gebracht, als wenn man es in die Flamme gelegt hätte. Denn in dem ersten Falle wird die Geschwindigkeit des Feuers, und in dem letztern wird seine Masse vermehrt. Beydes aber macht die Gewalt desselben (§. 56.), und die davon abhangende Würckung, dergleichen die Ausdehnung ist, grösser. Es ist im übrigen leicht zu erachten, daß die Wärme einen Cörper desto stärcker ausdehnen müsse, je weniger er dieser Ausdehnung widersteht. Es ist aber dieser Widerstand desto geringer, je weniger Masse er besitzt (§. 14. 56.); das ist, je leich-

ter

ter er iſt (§. 58.), und je ſchlechter ſeine Theile zuſammenhängen. Denn dieſe müſſen ſich von einander entfernen, wenn ſich der Cörper ausdehnen ſoll. Daher findet man, daß ſich die Luft ſtärcker als ſpiritus vini, ſpiritus vini ſtärcker als Waſſer, und Waſſer ſtärcker als ein Metall von einem gleich groſſen Grade der Wärme ausdehnet.

Experimente von der Ausdehnung der Cörper durch die Wärme.

§. 254. Wenn man zweifelt, ob ſich die Metalle von der Wärme ausdehnen: ſo darf man ſie nur glüend machen, und meſſen, ſo wird man ſehen, daß ſie alsdenn gröſſer ſind, als ſie vorher waren. Doch iſt die Ausdehnung der Anzahl der Flammen, damit man die Metalle erhitzt, nicht proportional; welches Müſchenbroeck vermittelſt ſeines Pirometers gefunden. Es iſt nemlich dieſes ein ſolches Inſtrument, in welches man einen Drat von einem Metalle befeſtigen kan. Wenn man ihn nun vermittelſt einer Flamme von ſpiritu vini erhitzt: ſo dehnt er ſich aus, und bewegt zugleich den an das Pirometer befeſtigten Zeiger, welcher den Grad der Ausdehnung anzeiget. Die Beſchreibung dieſes Pirometers findet man in den Anmerckungen, welche dieſer gelehrte Naturkündiger zu den Experimenten der Florentiner Academie gemacht hat. Wie man aber die Ausdehnung der Metalle, welche 5 bis 8 Zoll lang geweſen, und mit einer Flamme im Diameter $\frac{1}{100}$ Zoll erhitzt worden, befunden, zeigt fol-

folgende Tabelle. Wo keine Zahl steht, dā ist keine weitere Ausdehnung erfolgt, sondern die Metalle sind zerschmoltzen.

	Eisen	Stahl	Kupfer	Meßing	Silber	Zin	Bley
Eine Flamme in der Mitten	80	85	89	110	78	153	155
2. Flammen in der Mitten	117	123	155	220	115		274
3. Flammen	142	168	193	275	155		
4. Flammen	211	270	270	362	260		
6. Flammen	230	310	310	377	305		

Wenn die Zwischenräumgen eines kalten Cörpers geschlossen sind: so dringt das Feuer schwerlich in dieselben hinein, so bald sie sich aber ein wenig erweitern, so bald wird dem Feuer ein freyerer Durchgang verstattet. Doch wenn sie sich endlich gar zu starck erweitern: so widerstehen die Theilgen des Cörpers desto mehr je mehr die Zwischenräumgen erweitert worden. Hieraus erhellet also, warum die Cörper anfangs langsam, hernach geschwinder, und auf die letzt wieder langsam von der Wärme ausgedehnt werden; und

warum

warum ein gewisser Grad der Wärme einen Cörper nur auf einen gewissen Grad ausdehnen könne. Man begreift nemlich leicht, daß kein Feuer mehr in einen Cörper hineindringen könne, wenn sein Widerstand der Gewalt des Feuers gleich ist.

Die Kälte macht die Cörper dichter.

§. 255. Wie die Cörper von der Wärme ausgedehnt werden, so müssen sie hingegen dichter werden, wenn sie die Wärme verlieren. Denn wenn dieses geschiehet, so ziehen die Theile des Cörpers einander wider an sich, sie kommen näher zusammen, und die Materie desselben wird solchergestalt in einen kleinern Raum gebracht. Da nun ein Cörper kalt wird, wenn er die Wärme verliert: so werden alle Cörper von der Kälte dichter gemacht; und zwar desto dichter, je grösser die Kälte ist. Doch ist ihre Dichtigkeit eben so wenig der Kälte, als ihrer Ausdehnung der Wärme proportional (§. 254.).

Die Cörper sind im Winter von schwererer Art als im Sommer

§. 256. Je dichter ein Cörper ist, desto grösser ist seine Schwere. Derowegen sind die Cörper im Winter von schwererer Art als im Sommer; sie sind unter den beyden Polen von schwererer Art als unter der Linie. Dieses bestätigen Hombergs * Observationen, welcher ein Glas mit einem engen Halse mit verschiedenen flüßigen Materien erfüllet, und sie

* Histoire de l' Academie des Sciences 1699 p. 73.

sie im Winter schwerer als im Sommer befunden hat. Denn es war

Im Sommer

Die Schwere	Unzen.	Drachm.	Gr.
des Queckſilbers	11	-	7.
des Olei tart. p. d.	1	3	-
des Spir. Urinæ	1	-	32.
des Vitriolöhls	1	3	58.

Im Winter

Die Schwere	Unzen.	Drachm.	Gr.
des Queckſilbers	11	-	32.
des Olei tart. p. d.	1	3	31.
des Spir. Urinæ	1	-	43.
des Vitriolöhls	1	4	3

Wie die Kälte das Eiſen hart mache.

§. 257. Die Kunſt das Eiſen hart zu machen gründet ſich ebenfals darauf, daß es durch die Kälte dichter gemacht wird. Denn wenn man Eiſen härten will: ſo macht man es erſt glüend, und läßt es ſodann im kalten Waſſer oder feuchten Leime kalt werden. Waſſer und feuchte Erde ſind Cörper, welche dem Eiſen ſeine Wärme plötzlich benehmen (§. 247.). Da es nun ſolchergeſtalt auf einmahl erkältet wird, ſo wird es dichter gemacht (§. 255.). Seine Theile kommen alſo näher zuſammen. Kommen ſie aber näher an einander: ſo berühren ſie einander in vielen Puncten. Berühren ſie endlich einander in vielen Puncten: ſo hängen ſie ſtarck unter einan-

Digitized by Google

ander zusammen (§. 189.). Wenn aber ein Cörper desto härter ist, je stärcker seine Theile zusammenhängen (§. 236.): so wird kein Zweifel übrig seyn, daß nicht das Eisen durch dieses Mittel könne hart gemacht werden. Und daß es wider weich werden müsse, wenn man es aufs neue erwärmet, und an der Luft nach und nach kalt werden läst.

Experiment, welches die Ausdehnung der Cörper von der Wärme und ihr Zusammenziehen von der Kälte bestätigt.

§. 253. Verlangt man es gantz deutlich zu sehen wie die Cörper durch die Wärme ausgedehnt und durch die Kälte zusammengezogen werden: so kan man sich desselben durch folgendes Experiment auf eine angenehme Art versichern. Man nehme ein etwas weites Glas AB und fülle es gantz voll Wasser. Oben befestige man eine lange Röhre C daran. dergleichen man zu den Wettergläsern zu gebrauchen pflegt. Wenn nun nebst dem Glase AB auch ein Theil der Röhre C mit Wasser erfüllet ist: so setze man das Glas AB in ein Gefäß voll warmes Wasser. So gleich wird das Wasser in der Röhre sehr tief herunter fallen, bald hernach aber viel höher wieder hinaufsteigen. Denn wenn das Glas ins warme Wasser kömmt: so wird es erwärmet, wird es aber erwärmet: so dehnt es sich aus (§. 245. 253.). Da nun solchergestalt sein inwendiger Raum grösser gemacht wird: so muß freylich das Wasser aus der Röhre in das Glas herunterfallen. Weil aber endlich auch das in dem Glase be-

Tab. V. Fig. 63.

befindliche Wasser erwärmet wird: so dehnet sich auch dieses aus, es nimmt einen grössern Raum ein und steigt also in der Röhre. Wenn es nun mercklich in die Höhe gestiegen ist: so setze man das Glas AB in kaltes Wasser; so wird das in der Röhre C befindliche Wasser anfangs noch höher hinaufsteigen, bald darauf aber anfangen sehr tief wieder herunter zu fallen. Das Glas AB ist vorher in dem warmen Wasser erwärmet worden. Es muß demnach kalt werden, so bald man es in das kalte Wasser setzt. Wenn das Glas kalt wird: so wird es dichter (§. 255.). Da nun solchergestalt seine Theilgen näher an einander kommen: so wird sein inwendiger Raum kleiner gemacht. Wird nun das Glas durch die Kälte enger: so begreift man leicht, daß das Wasser in der Röhre C in die Höhe steigen müsse. Weil aber endlich das in dem Glase AB befindliche Wasser seine Wärme gleichfals verliert: so wird auch dieses dichter, seine Theile kommen näher an einander, und also muß es in der Röhre C herunterfallen.

Von dem Thermometer.

§. 259. Dieses Experiment zeiget daß nicht nur das Glas sondern auch das Wasser durch die Wärme ausgedehnet, und durch die Kalte dichter gemacht werde. Es hat aber eben diese Beschaffenheit mit Milch, Bier, Wein, spiritu vini u. s. w. und mit allen flüßigen Materien. Das Queckſilber selbst ist davon nicht ausgenommen. Dieses hat Gelegenheit

heit gegeben Instrumente zu verfertigen, dadurch man sich die Wärme auszumessen bemühet. Man nennt sie deswegen Thermometer, oder Wettergläser. Die gewöhnlichste Art ist das florentinische Thermometer. Es besteht aber solches aus einer gläsernen Kugel AB, an welche die Röhre BC befestigt ist. Die Kugel AB und ein Theil der Röhre BD ist mit gefärbtem spiritu vini erfüllet, da hingegen der andere Theil der Röhre DC so wohl vom spiritu vini als von Luft leer, und oben in C zugeschmelzt ist. Dieses Instrument befestigt man auf ein Brett, auf welchem die Grade der Wärme und Kälte abgetheilt sind. Denn weil sich der spiritus vini von der Wärme ausdehnet, von der Kälte aber dichter gemacht wird (§. 253. 255.): so muß er in der Röhre BC hinaufsteigen wenn es warm, und herunterfallen wenn es kalt wird. Solchergestalt beurtheilt man aus dem Steigen des spiritus die Wärme, gleichwie man aus seinem Heruntersincken schließt, daß es kälter geworden ist. Ohnerachtet aber dieses mit dem Wasser ebenfalls angehen würde: so erwehlet man doch lieber den spiritum vini; weil sich dieser, wegen seiner Leichtigkeit, und des schlechten Zusammenhängens seiner Theilgen, von einem kleinen Grade der Wärme nicht allein stärcker ausdehnt als das Wasser, sondern weil er auch nicht, wie jenes, des Winters gefrie-

Tab. V. Fig. 64.

ret. Man kan auch Queckſilber anſtatt des ſpiritus nehmen.

Man kan die Wärme nicht mit dem Thermometer abmeſſen.

§. 260. Niemand wird zweifeln, daß das beſchriebene Thermometer ein Inſtrument ſey, dadurch man von der Wärme und Kälte urtheilen könne. Allein, läßt ſie ſich dadurch abmeſſen? Ich trage Bedencken dieſes zu behaupten, und ich will die Gründe anzeigen, warum es nicht angehet. Vors erſte kan man nicht verhindern, daß ſich die gläſerne Kugel AB nicht von der Wärme ausdehnen und von der Kälte zuſammenziehen ſollte (§. 258.); durch ihre Ausdehnung aber verhindert ſie das Steigen, und durch ihr Zuſammenziehen das Fallen des ſpiritu vini in der Röhre. Wenn ferner das Thermometer ſehr kalt iſt, und in einen warmen Ort gebracht wird: ſo gehen zwar die Feuertheilgen geſchwind aus der Luft in den ſpiritum vini herüber (§. 245.). Weil aber viele Feuertheilgen den ſpiritum unmittelbar berühren und ſich feſt an ihn anhängen (§. 186.): ſo werden ſie zur Ruhe gebracht. Feuer, welches ſich nicht bewegt giebt keine Wärme (§. 248.), und verurſacht alſo auch keine Ausdehnung (§. 253.). Solchergeſtalt kan viel Feuer in den Spiritum vini hineindringen, ohne daß er dadurch mercklich ausgedehnt wird. Endlich ſetzt man ohne Beweis voraus, daß die Wärme der Ausdehnung des ſpiritus vini proportional ſey, da doch die

mit

mit dem Pirometer angestellten Versuche das Gegentheil bestätigen (§. 254.). Anderer Hindernisse nicht zu gedencken.

§. 261. Ohnerachtet nun das Florentinische Thermometer kein Instrument ist, dadurch sich die Wärme ausmessen läßt; indem ich von einer doppelten Ausdehnung des Spiritus vini nicht auf einen zweymahl, sondern mehr als zweymahl so grossen Grad der Wärme schliessen kan: so ist es doch ein Instrument, welches sich mit Nutzen gebrauchen läßt. Denn wir haben schon viel gewonnen, wenn wir wissen können, ob ein Cörper wärmer sey als der andere. Unsere eigene Empfindung kan hiervon kein unpartheyischer Richter seyn. Sehen wir nicht, daß Sempronius, welcher im Winter in einer ungeheitzten Stube sitzt, sich über Kälte beschwert, da doch Titius, welcher von der Strasse hineinkommt, behauptet, es sey warm in der Stube? Wer hat Recht? alle beyde. Denn die Luft in der Stube ist kälter als Sempronii, und wärmer als Titii Cörper: daher theilt sie ihre Wärme dem letztern mit, und benimmt sie dem erstern (§. 245). Glauben nicht die meisten, es sey des Winters in dem Keller warm, des Sommers aber kalt? gleichwohl zeigt das Thermometer, daß es des Winters im Keller ebenfalls kälter sey, als des Sommers. Mariotte * hat es in

Das Thermometer ist dennoch nützlich zu gebrauchen.

* Essais du Chaud & froid. p. 193.

Kellern versucht, deren einer 30. und der andere 84. Schuhe tief war. In beyden hat der spiritus im Thermometer des Sommers höher gestanden als im Winter; doch ist der Unterscheid in tiefen Kellern nicht so groß gewesen. Daher vermuthet er, es werde in einer Tiefe von 100. Schuhen einmahl so warm seyn als das andere. Denn in grössern Tiefen dergleichen die Schachte zu haben pflegen hat die Luft des Sommers und Winters einerley Grad der Wärme. Woher kömmt es aber, daß es uns des Winters im Keller warm, des Sommers aber kalt zu seyn scheinet? Nichts ist gewisser, als daß dieses bloß darum geschehe, weil wir uns des Winters aus der kalten, des Sommers aber aus der warmen Luft in den Keller begeben (§. 245.).

Erfahrung von der gleichförmigen Austheilung der Wärme.

§. 262. Wenn das Thermometer den Grad der Wärme, welcher jetzo in der Luft ist, anzeiget: so setze man es in allerley flüssige und feste Cörper, als in Wasser, Wein, spiritum vini, auf Holtz, Stein, Wolle ꝛc. welche eine Zeitlang an eben dem Orte gestanden haben: so wird man finden, daß der spiritus im Thermometer weder steigt, noch fällt. Solchergestalt bestätigt auch die Erfahrung, daß sich die Wärme gantz gleich unter die Cörper vertheilt, welches oben erwiesen worden ist (§. 245.). Hier haben wir nun wieder eine Probe, wie uns unser Urtheil

theil von der Wärme betrügen kan. Würde nicht ein jeder behaupten, das Wasser müste kälter seyn als die Luft? und gleichwohl zeigt das Thermometer das Gegentheil. Ich habe aber auch schon vorher gewiesen, warum uns dieses so vorkommen müsse (§. 247.).

Die Luft dehnt sich starck von der Wärme aus.

§. 263. Wenn alle Cörper von der Wärme ausgedehnt werden (§. 253.): so wird dieses auch von der Luft gelten; sie wird sich aber, wegen ihrer Leichtigkeit und des unmercklichen Zusammenhängens ihrer Theilgen, viel heftiger von der Wärme als die übrigen Cörper ausdehnen (§. 253.). Will man sich dessen durch die Erfahrung versichern: so nehme man eine gläserne Kugel mit einer langen Röhre, dergleichen man zu den Thermometern zu gebrauchen pflegt: in die Röhre thue man ein wenig Queckſilber, und erwärme die in der Kugel AB befindliche Luft entweder nur mit der warmen Hand, oder über einem Kohlenfeuer: so wird sich das Queckſilber zu der Eröffnung der Röhre C heraus bewegen; welches nicht geschehen könte, wenn sich die Luft in der Kugel AB nicht ausdehnte. Man kan auch die Eröfnung C der Röhre ins Wasser stecken und die gläserne Kugel AB erwärmen: so wird sich die Luft ausdehnen, und man wird viele Luftblasen aus der Eröfnung der Röhre herausfahren sehen. Diese Blasen werden ferner in desto grösserer Anzahl herausgehen, je mehr

Tab. V. Fig. 64.

man die Kugel erwärmet. Daher kan man vermittelst der Wärme die Luft gröstentheils aus einem Gefässe herausjagen, und also in demselben einen luftleeren Raum hervorbringen.

Daß eine erhitzte Luft eine grosse Gewalt habe.

§. 264. Nun wird man urtheilen können warum sich eine fest zugebundene Blase, darinnen nur ein wenig Luft ist, dergestalt aufbläset, daß sie auch endlich mit einem Krachen zerspringet, wenn man sie über ein Kohlenfeuer hält. Die Luft in der Blase wird von der Wärme gewaltig ausgedehnt (§. 263.); diese muß demnach die Blase ausdehnen, welche zerspringt, wenn sie nicht weiter nachgeben kan. Nimmt man die Blase von dem Feuer, ehe sie zerspringt: so wird sie allmählig wieder zusammenfallen. Denn die in der Blase eingeschlossene Luft, muß ihre Wärme der kalten Luft, welche sie umgiebt, mittheilen (§. 245.); da nun solchergestalt dasjenige, welches die Ausdehnung der Luft in der Blase verursachet hatte, hinweggenommen wird: so kan sich freylich die Luft nicht mehr wie vorhin, ausdehnen, sondern sie muß vielmehr in ihren vorigen Zustand versetzt werden.

Von den Platzkügelgen.

§. 265. Auf eben diesem Grunde beruhet die Würckung der Platzkügelgen. Man verfertigt nemlich kleine Kugeln von Glase, welche halb mit Luft und halb mit Wasser erfüllet sind. Das Wasser thut man hinein, damit das Feuer nicht ein Loch in das Kügelgen schmeltzt, dadurch die Luft heraus-

Digitized by Google

ausgehen kan. Legt man nun ein solches Platzkügelgen in die Flamme des Lichtes, oder auf glüende Kohlen: so wird die Luft innerhalb denselben gewaltig ausgedehnt (§. 263.); und was kan hieraus anders erfolgen, als daß sie das Platzkügelgen, welches ihrer Ausdehnung widersteht, mit einem Knalle zersprengt? Man wird hieraus abnehmen können, daß eine eingeschlossene Luft, wenn sie sehr erhitzt wird, eine ungemein grosse Gewalt haben müsse. Ich erinnere mich, daß ich einsmahls eine dicke gläserne Flasche mit einer Kanne spiritus vini erfüllet, daß nur ein wenig Luft über dem spiritu vini geblieben, und in die Ofenröhre gesetzt. Da man nun aus Versehen ein allzustarckes Feuer in den Ofen gemacht hatte: so zersprang die gläserne Flasche mit einem Knalle als wenn man eine Canone gelöset hätte; sie schlug die ziemlich starcke eiserne Ofenröhre in Stücken, der auf den eisernen Ofen gesetzte Kachelofen ward völlig heruntergeworffen, und ein Mensch, der in dem Hause vor dem Camine gestanden, ward mit der grösten Gewalt über den Hauffen gestossen. Alle diese Würckungen hatte die Luft verrichtet, die durch die Wärme starck ausgedehnet worden. Aus der ungemeinen Geschwindigkeit des Feuers und der von der Hitze ausgedehnten Luft läst sich ferner begreiffen, wie das in Breßlau aus dem Backofen gelaufene Feuer, da er zu sehr erhitzt gewesen,

Thüren, Fenster und Ofen habe zerbrechen und einen Beckknecht über den Hauffen stossen können. *

Das Feuer zerschmeltzt und calcinirt die Cörper.

§. 266. Da die Wärme alle Cörper ausdehnet, so muß ein sehr grosser Grad der Wärme einen Cörper dergestalt ausdehnen, daß seine Theilgen fast einander gar nicht mehr berühren. Da sie nun alsdenn sehr schlecht unter einander zusammenhängen: so wird dergleichen Cörper entweder flüßig gemacht, wenn seine Theilgen sehr klein sind und eine der kugelrunden ähnliche Figur haben; oder wenn dieses nicht ist: so wird zum wenigsten das Zusammenhängen der Theile dergestalt vermindert, daß der Cörper entweder in einen Staub zerfällt, oder doch mit leichter Mühe zermalmet werden kan. Von dem ersteren Falle geben die Metalle, das Glas, Eiß und Fett Exempel ab, welche alle durch die Wärme flüßig werden, doch desto geschwinder, je leichter sie sind und je schlechter ihre Theilgen zusammenhängen. Denn desto weniger Widerstand leidet das Feuer, wenn es ihre Theile von einander trennen will. Daher schmeltzt Fett und Eiß eher als Glas, und Glas eher als die Metalle, ja ein hartes Metall schmeltzt später als ein anderes welches weich ist. Von der Verwandlung eines Cörpers in einen Staub haben wir eine Pro-

* Sammlung von Natur und Medicingeschichten An. 1718. Mart. p. 819.

Probe an den Steinen, aus welchen Kalck gebrannt wird, deſſen Theilgen viel ſchlechter, als in dem Steine zuſammenhängen. Weil nicht nur durch das Feuer viel Theile weggenommen, ſondern auch die übrigen weiter aus einander gebracht werden, daß ſie alſo einander in viel weniger Puncten berühren.

Warum die Cörper von der Hitze zerſpringen.

§. 267. Wenn ein Cörper von der Wärme an dem einen Ende mehr ausgedehnt wird, als am andern: ſo geſchieht es bisweilen, daß er zerſpringt. Wir nehmen ſolches bey dem Glaſe wahr. Denn wenn dieſes ſehr heiß iſt, und man bringt es in kaltes Waſſer, oder auch nur in die kalte Luft: ſo zerſpringt es. Durch die Wärme iſt das Glas ſehr ausgedehnt (§. 253.), berührt es nun einen kalten Cörper, ſo wird es dadurch nicht gleich durch und durch erkältet; ſondern dieſes geſchiehet nur in dem Orte, wo es den kalten Cörper berühret. Solchergeſtalt wird es auf der einen Seite von der Wärme ausgedehnt, und auf der andern von der Kälte zuſammengezogen. Wer wolte aber zweifeln, daß die kleine Oberfläche zerreiſſen müſſe, wenn die andre, mit der ſie zuſammenhängt, ſehr ſtarck gedehnt wird? Dieſes iſt eben die Urſache, warum man das geſchmoltzene Glas in den Glashütten erſt in den Kühlofen, welcher aber heiß genug iſt, zu ſetzen pflegt, ehe es an die freye Luft kömmt. Es geſchiehet diß bloß darum, damit es ſeine

Hitze erst nach und nach verlieren möge. Denn wenn schon das Glas von einer allzustarcken Erkältung nicht zerspringt, so wird es doch dadurch nach Art der Glastropfen sehr zerbrechlich gemacht, und daher kömmt es daß bisweilen Gläser die zu zeitig aus dem Kühlofen genommen sind gleichsam von freyen Stücken zerbrechen. Es zerspringt ferner das Glas wenn es auf einmahl in die Hitze gebracht wird, denn auch alsdenn wird die eine Oberfläche stärcker gedehnt, als die andre, doch pflegt dieses nicht zu geschehen, wenn das Glas sehr dünne ist, und solchergestalt auf einmahl durch und durch erhitzt werden kan.

Schwere Cörper werden heisser als leichtere.

§. 268. Die Wärme ist die Gewalt des Feuers (§. 248.). Wenn nun die Gewalt eines Cörpers desto grösser ist, je mehr er Masse besitzt (§. 56.); wenn ferner ein Cörper von schwererer Art mehrere Feuertheilgen bey sich haben kan, als ein Cörper von leichterer Art (§. 247.): so werden wir daraus den Schluß machen müssen, es könne ein Cörper desto heisser werden, je schwerer er ist. Finden wir es nicht gantz offenbar so in der Erfahrung? Die Metalle sind einer grössern Hitze fähig als die Steine, die Steine können heisser werden als das Queckſilber, das Queckſilber kan heisser werden als das Wasser, und das Wasser endlich heisser als die Luft. Man lasse nur ein Thermometer in verschiedene flüs-

sige

sige Materien hinein: so wird man wahrnehmen, daß der spiritus in einer jeden nur bis auf einen gewissen Grad hinaufsteiget und daß die Hitze am grösten ist, wenn die flüßige Materie zu kochen anfängt. Gleichwie nun hieraus erhellet, daß eine jede flüßige Materie nur einen gewissen Grad der Warme haben könne, so wird man ferner finden, daß der spiritus im Thermometer in einer flüßigen Materie desto höher hinaufsteige je schwerer dieselbe ist; welches zur Gnüge bestätigt, daß ein schwererer Cörper einer grösseren Hitze fähig sey als ein leichterer. Die Flamme des Lichts ist ohnstreitig leichter als Eisen. Sie muß demnach nicht so viele Feuertheilgen als ein glüendes Eisen besitzen. Zweifelt man daran, so darf man nur den Finger durch die Flamme des Lichts bewegen: so wird dieses geschehen können, ohne daß man sich verbrennt; bewegt man aber den Finger eben so geschwind über ein glüend Eisen: so wird man auf eine empfindliche Art überzeugt werden, daß dieses heisser sey als die Flamme.

Von den Fahrenheytischen Thermometer.

§. 269. Ohngeachtet schwere flüßige Materien einer grössern Hitze fähig sind, so leidet doch dieses seine Ausnahme. Denn der spiritus steigt in dem Fahrenheytischen Thermometer bis auf den 600. Grad, wenn man es in heisses Oehl setzet, da er doch nur den 212ten Grad erreicher, wenn das Ther-

mo-

mometer in siedendes Wasser gebracht wird. Man pflegt sich zu dergleichen Versuchen der Farenheytischen Thermometer zu bedienen, weil diese einerley Grad der Wärme anzeigen, wenn sie sich in einerley Wärme befinden. Ihre Verfertigung ist ein Geheimniß vielleicht aber könte man auf folgende Weise eben den Zweck erhalten. Man liesse sich ein Thermometer verfertigen, welches eben die Grösse wie das Farenheytische hätte. Man füllete es wie gewöhnlich mit gefärbtem spiritu vini, welches geschiehet, wenn man die Kugel über dem Kohlfeuer erwärmet, daß die Luft heraus gehet, und hernach die Röhre mit der Eröffnung in spiritum vini setzt. Denn wenn die Röhre kalt wird, so wird der spiritus durch den Druck der äussern Luft hineingetrieben. Man müste aber an diesem Thermometer die Grade nicht mit dem Circkel abmessen, sondern es mit den Farenheytischen zugleich in warmes Wasser setzen und an dem neuen Thermometer so oft einen neuen Grad bemercken, so bald der spiritus in dem Farenheytischen um einen Grad in die Höhe gestiegen wäre.

Wenn das Feuer einen schweren Cörper heisser macht als

§. 270. Man lege ein Metall, Stein und Holtz von gleicher Grösse und Farbe in die Sonne, und lasse sie aleich lange darinnen liegen: so wird das Metall heisser als der Stein, der Stein aber heisser seyn als das Holtz. Man wird nicht nöthig haben, die Ur-

Urſache hievon in etwas anders als in der gröſſern Menge der Feuertheilgen zu ſuchen, welche in den ſchwereren Cörper hineingedrungen ſind. Es iſt wahr, daß ich oben ſelbſt behauptet, man könne von einer gröſſern Menge der Feuertheilgen auf einen gröſſern Grad der Wärme keinen ſichern Schluß machen (§. 250.); allein, dieſes läſt ſich in dem gegenwärtigen Falle deſto weniger anbringen, je gewiſſer es iſt, daß ein beſtändiger Zufluß des Feuers vorhanden iſt, wenn man einen Cörper in die Sonne oder in die Flamme legt. Denn ſo bekömmt der ſchwerere Cörper mehr Feurtheilgen, als der leichtere, und da ſie ſich in beyden Cörpern wegen des beſtändigen Zuflusſes bey nahe mit gleicher Geſchwindigkeit bewegen: ſo kan es nicht fehlen, es muß die Gewalt des Feuers, und alſo auch die Wärme, in dem ſchwereren Cörper gröſſer ſeyn, als in dem leichteren (§. 56.). Von einer geringen Menge des Feuers aber bekömmt freylich ein Cörper von leichterer Art eine gröſſere Wärme, als ein Cörper von ſchwererer Art, weil ſie ſich in dem erſtern freyer als in dem letztern bewegen können. Es iſt merckwürdig, daß die Bewegung des Feuers in einem Cörper bisweilen an einem Orte ſtärcker ſeyn kan, weil ſie an dem andern verhindert worden iſt. Wir ſehen dieſes an einem Eiſen, daß an einem Ende glüend an dem andern aber noch

kalt

kalt ist. Denn so bald man das glüende Ende ins kalte Wasser steckt, so wird das kalte dergestalt heiß, daß man es nicht mehr in der Hand halten kan. Solte dieses wohl aus einer andern Ursache kommen, als weil sich das Eisen wegen der Kälte an einem Ende zusammenzieht, und solchergestalt die Feuertheilgen gegen das andre Ende hintreibt. Die Schmide besprengen die Kohlen mit ein wenig Wasser, damit das Eisen, welches darinnen liegt, desto stärcker erhitzt werde; und dieses zeigt wieder, daß dadurch das Feuer stärcker gegen das Eisen getrieben werde.

Feuer verbrennt keinen Cörper, durch den es geschwind durchfähret.

§. 271. Das Feuer verbrennt keinen Cörper durch den es geschwinde hindurchdringet. Man kan dieses wahrnehmen, wenn man ein Pappier um eine bleyerne Kugel fest herumwickelt, daß es die Kugel allenthalben berührt; denn so kan man über dem Lichte die Kugel innerhalb dem Pappier zerschmeltzen, ohne daß das Pappier eher verbrennt bis die bleyerne Kugel zerschmeltzt. Freylich wird ein grösserer Grad der Wärme erfodert, das Bley zu schmeltzen, als ein Pappier zu verbrennen; allein, weil das Bley ein sehr dichter Cörper ist: so zieht es das Feuer starck an sich; es gehet also dieses geschwind durch das Pappier hindurch, und dringet in die bleyerne Kugel hinein: so lange es sich aber in dem Pappiere nicht sammlet, so lange ist es nicht möglich daß es verbrennen sollte. Nun kan

es sich in dem Pappiere nicht eher sammlen, als bis das Bley fast gar kein Feuer mehr annimmt, und also bey nahe seinen höchsten Grad der Hitze erreichet. Wenn nun das Bley zerschmeltzt, wenn es beynahe den höchsten Grad der Hitze bekommen hat; so kan das Pappier nicht eher verbrennen bis das Bley geschmoltzen ist. Ich habe ferner, den gegenwärtigen Satz zu bestätigen, ein Glas mit Wasser erfüllt, und mit einer Blase zugebunden: als man nun die Blase über die Flamme des Lichts hielt, so verbrannte sie nicht, ohnerachtet man sie sehr lange in der Flaume ließ. Solte dieses wohl eine andere Ursache haben, als daß das Feuer zu geschwind durch die Zwischenräumlein der Blase in das kalte Wasser hineingedrungen sey? Wolte man aber doch zweifeln, daß ein Cörper nicht verbrennt, wenn sich das Feuer bey ihm nicht sammlen kan, sondern geschwind durch seine Zwischenräumlein hindurchfähret: so kan man sich auch hiervon durch die Erfahrung versichern. Man halte ein Blat Pappier über die Flamme des Lichts, und blase oben auf das Pappier: so wird es nicht verbrennen, so lange man zu blasen fortfähret. Durch das Blasen mit dem Munde jagt man nicht nur die Feuertheilgen beständig fort, sondern sie gehen auch überdiß sehr geschwinde durch das Pappier hindurch, weil auf der andern Seite währenden Blasens

immer

immer eine kalte Luft ist, in welche sie hineindringen. Aus beyden Ursachen können sie sich in dem Pappiere nicht sammlen, und daher kömmt es eben, daß das Pappier nicht verbrennt.

Ein schwerer Cörper bleibt länger warm als ein leichter.

§. 272. Ein schwerer Cörper wird zwar schwerer erwärmet, als ein leichter, allein er behält auch die Wärme, welche er bekommen hat, viel länger, als dieser. Denn wenn seine Theilgen einmahl durch die Würckung des Feuers in Bewegung gesetzt sind: so haben sie, wegen der grössern Masse, auch eine grössere Kraft (§. 56.); und es kan daher ihre Bewegung länger dauren, als die Bewegung der Theilgen des leichtern Cörpers. Da nun solchergestalt auch das Feuer länger in Bewegung bleibt: so wird freylich die Gewalt desselben, und also die Wärme (§. 248.), länger in dem schweren als in dem leichten Cörper dauren müssen. Daher bleibt ein Metall länger warm als ein Stein, ein Stein länger als Wasser, und das Wasser behält seine Wärme länger als die Luft.

Warum die Hitze in dem Brennpuncte des Brenglases so bald verschwindet.

§. 273. Die Hitze, welche in dem Brennpuncte eines Brennglases ist, verschwindet den Augenblick, so bald nur eine Wolcke vor die Sonne trit. Und wie ist es anders möglich? Es ist ja nicht nur in dem Brennpuncte nichts als Luft, welche wegen ihrer Leichtigkeit zwar geschwinde warm werden, die Wärme aber nicht lange behalten kan (§. 272.):

son-

sondern es wird auch diese Luft, durch die Wärme der in dem Brennpuncte vereinigten Sonnenstrahlen, sehr starck ausgedehnt (§. 263.). Weil sie nun von leichterer Art wird, wenn sie sich in einem grössern Raum ausdehnet; und eine flüßige Materie von leichterer Art in einer andern beständig in die Höhe steiget (§. 183.): so muß auch die in dem Brennpuncte erwärmte Luft beständig in die Höhe steigen, da eine andere kalte Luft in ihre Stelle kömmt. Trit nun die Wolcke vor die Sonne, daß die Sonnenstrahlen nicht mehr auf das Brennglas fallen können: so muß nothwendig in dem Brennpuncte eine kalte Luft, anzutreffen seyn.

Warum einige Cörper warm halten.

§. 274. Wenn man verhindert, daß die erwärmte Luft nicht in die Höhe steigen und die kalte an ihre Stelle kommen kan: so hilfft solches die Wärme in einem Cörper erhalten. Dieses ist eine Ursache, warum die Betten warm halten. Denn weil ein Bette kein allzudichter Cörper ist: so benimmt es einem andern nicht nur wenig Wärme, sondern es wird auch selbst bald warm (§. 250.); und weil es den Cörper um und um umgiebet: so verhindert es, daß keine kalte Luft einen solchen Cörper berühren kan. Da nun solchergestalt alle Ursachen von der Erkältung geringer gemacht werden, so müssen die Feuertheilgen langsam aus einem Cörper herausgehen wenn man ihn in ein Bette wi-

ckelt. Wir sehen ja, wie langsam ein heisser Stein kalt wird wenn er mit Leinwand oder Betten umgeben ist. Weil es aber doch nicht verhütet werden kan, daß er gar keine Feuertheilgen verlieren sollte: so wird er endlich dennoch erkältet und bekömmt mit den umstehenden Cörpern einerley Grad der Wärme. Mit den menschlichen Cörpern hat es eine andere Beschaffenheit, denn bey diesen wird die Wärme beständig durch den Umlauf des Geblüts hervorgebracht. Wird nun mehr Wärme durch den Umlauf des Geblüts ersetzt als er in dem Bette, verliert; so muß er nicht nur nicht kälter, sondern auch noch mehr erwärmet werden, als er vorher gewesen.

Wie schwer die Feuertheilgen sind.

§. 275. Es sind zwar noch verschiedene Würckungen des Feuers zu untersuchen übrig; weil sie aber eine Erkäntniß der übrigen Cörper voraus setzen: so werden wir dieselben erst im folgenden betrachten können. Indessen wollen wir noch versuchen, ob sich die Schwere der Feuertheilgen nicht sollte bestimmen lassen. Wir haben oben gesehen, daß sich das Quadrat der Geschwindigkeit des Feuers zu dem Quadrate der Geschwindigkeit einer Canonenkugel verhalte wie 267207571855$2\frac{1}{4}$ zu 1. (§. 251.). Man setze, es sey die Schwere der Canonkugel 10. Pfund oder 76800. Gran: so kan man die Schwere des Feuers finden,

den, welches eben so viel Gewalt hat, als eine aus der Canone geschossene Kugel welche 10. Pfund wiegt, wenn man schließt: wie das Quadrat der Geschwindigkeit des Feuers 26720755718552. zu dem Quadrate der Geschwindigkeit der Canonkugel = 1. so verhält sich die Masse der Canonkugel 76800. Gran zu der Masse des Feuers = $\frac{76800}{26720755718552}$ (§. 85.). Dividirt man nun den Zehler und Nenner dieses Bruchs durch 76800: so findet man die Masse des Feuers $\frac{1}{347925}$ Gran. Wenn also die Schwere eines Feuertheilgens den 35sten Milliontheil eines Granes betrüge: so würde seine Gewalt so groß seyn, als die Gewalt einer 10. pfündigen Canonenkugel. Kein Mensch wird behaupten, daß die Würckung eines einzigen Feuertheilgens so groß sey. Wenn man aber zugiebt, daß die Würckung eines Feuertheilgens unendlich kleiner ist, als die Würckung einer 10pfündigen Canonkugel: so wird man auch einräumen müssen, daß die Schwere eines Feuertheilgens unendlich kleiner sey, als der 35ste Milliontheil von einem Gran. Ja die Schwere sehr vieler Feuertheilgen zusammen genommen, wird bey weiten noch nicht so groß, als der 35ste Milliontheil eines Granes seyn können. Man setze nur ein Thermometer in die Sonne: so werden die Feuertheilgen in zahlreicher Menge hinein-

dringen und den ſpiritum vini ausdehnen. Es iſt gewiß, daß hiezu eine Kraft erfodert werde; es iſt aber auch gewiß, daß dieſe Kraft unendlich kleiner ſey als die Gewalt einer 10pfündigen Canonkugel. Hieraus aber folgt, daß die Schwere aller dieſer Feuertheilgen zuſammengenommen bey weiten nicht den 35ſten Milliontheil eines Granes ausmachen müſſe. Welche erſtaunliche Subtilität! Solte wohl ein Cörper in der Welt zu finden ſeyn, der leichter wäre als das Feuer? Iſt aber keiner ſo leicht: ſo ſehen wir auf eine überzeugende Art, warum es ſich an alle Cörper anhängt, und dieſelben durchdringt. Denn dieſes iſt eine Eigenſchaft leichter flüßiger Materien (§. 200.) Es durchdringt das Feuer nicht nur den allerdichteſten Cörper, das Gold; ſondern es dringt ſelbſt in einen luftleeren Raum hinein, da doch die darinnen befindliche flüßige Materie allem Anſehen nach die ſubtileſte iſt, welche wir kennen. Zweifelt man daran: ſo ſetze man nur ein Thermometer unter den Recipienten und pumpe die Luft aus; alsdenn erwärme man den Recipienten mit warmen Tüchern. So gleich wird der ſpiritus im Thermometer höher hinaufſteigen, ohnerachtet daſſelbe weder den Recipienten, noch den Teller der Luftpumpe berührt.

§. 276.

Digitized by Google

§. 276. Aus dem, was hier von der Schwere des Feuers ausgeführt worden, wird man diejenigen Experimente beurtheilen können, welche Boyle und andere Naturkündiger, um die Schwere des Feuers zu erweisen, angestellt haben. Man hat nemlich gefunden, daß Metalle und andere Cörper, nachdem man sie calciniret, schwerer geworden als sie vor der Calcination gewesen. Und dieses geschiehet, man mag die Calcination mit dem gewöhnlichen Feuer, oder mit den Sonnenstrahlen, vermittelst eines Brennspiegels, verrichten. Es ist gewiß daß ein Cörper, wegen der Hitze die er bey der Calcination erduldet, vieles von seiner Materie ausdunstet. Und so sollte man meynen, er müste dadurch leichter gemacht werden. Da er aber dem ohngeachtet schwerer wird: so kan man nicht anders dencken, als es müsse in der Calcination etwas hinzugekommen seyn, welches seine Schwere vermehret habe. Nichts kömmt allem Ansehen nach dazu als Feuer. Man schliesset also, es müsse das Feuer die Ursache von der vermehrten Schwere dieser Cörper seyn, und also selbst eine Schwere haben. Boyle hat unter andern gefunden, daß ein Stück Zinn, welches 8. Unzen wog, um 18. Gran schwerer geworden, nachdem er es calcinirt worden ist. Eben dergleichen hat man bey dem Kupfer und andren Metallen wahrgenommen. Man

Ob man das Feuer abwägen kan.

mag sie auf den Kohlen oder durch die Flamme des Schwefels, oder auch durch die Flamme des spiritus vini calcinirt haben. Du Clos hat ein Pfund von dem Regulo antimonii pulverisieret, und in den Brennpunct eines grossen Brennspiegels gebracht: so ist ein dicker weisser Dampf von diesem Pulver in die Höhe gestiegen, nach Verlauf einer Stunde war dieses Pulver gleichsam in Asche verwandelt und zugleich um den zehnten Theil seines vorigen Gewichtes schwerer geworden. Homberg hat vier Unzen von dem Regulo martiali zu Pulver gestossen, und sie in den Brennpunct des Brennspiegels gehalten. Dieses Pulver gab gleichfals einen dicken Rauch von sich, und so lange dieser währete, rührte er es mit einem eisernen Löffel um. Nachdem er es solchergestalt eine ganze Stunde calcinirt hatte, so fand er daß es um 3 Quentgen und einige Grane schwerer geworden war. Es ist wahr daß die Schwere der calcinirten Cörper dergestalt vermehrt wird, daß man kaum vermuthen solte es habe das Feuer welches so leichte ist (§. 275.); dieses verursachen können. Aber man bedencke auch, was vor eine Kraft dazu erfordert werde, alle Theile eines Metalles von einander zu reissen, welches nothwendig geschehen muß wenn es zerschmeltzen, und flüßig werden soll. Da doch zu dem calciniren eine noch grössere Gewalt

des

des Feuers erfodert wird. Denn daß in den calcinirten Cörpern viel Feuer anzutreffen ist ob sie gleich kalt sind, sehen wir an dem ungelöschten Kalck. Wie heiß wird er nicht, wenn das Wasser in seine Zwischenräumgen hineindringet? Wenn man nun nicht behaupten kan, daß dieses Feuer durch das kalte Wasser in den Kalck hinein gebracht worden sey: so wird schon vorher viel Feuer in dem Kalck vorhanden gewesen seyn müssen, welches bloß durch das hineingedrungene Wasser in Bewegung gesetzt worden ist. Gravesande hat diese Vermehrung der Schwere calcinirter Cörper zu groß geschienen, als daß sie bloß von dem Feuer hergeleitet werden könte. Er behauptet daher, daß mit dem Feuer zugleich andre schwerere Materien in die Cörper hinein dränge. Nun könte dieses wohl seyn, wenn nur nicht die Sonnenstrahlen eben dasselbe verrichteten, die man doch nicht anders, als das reinste Feuer anzusehen hat. Wenn aber das Feuer die Schwere der Cörper vermehrt, warum wird ein Eisen gleich schwer befunden, es mag kalt oder glüend seyn? Die Antwort ist leichte. Ein glüendes Eisen nimmt einen grösseren Raum ein als ein kaltes (§. 253.) es treibt also mehr Luft aus der Stelle, und solte solchergestalt leichter geworden seyn (§. 160.). Da es aber eben so schwer befunden wird als vorhin, so muß etwas dazu gekommen seyn das seine Schwere vermehrt hat.

Ein kleiner Cörper hat eine gröſſere Oberfläche in Ansehung seiner Masse, als ein gröſſerer.

§. 277. Je gröſſer ein Cörper ist, desto kleiner wird seine Oberfläche in Ansehung seiner Masse. Man nehme zwey Würfel A und B. Es sey die Seite des einen = a, die Seite des andern = a + b. Weil sich nun die Flächen ähnlicher Cörper wie die Quadrate der gleichnahmigen Seiten verhalten: so verhält sich die Oberfläche des Cörpers A zu der Oberfläche des Cörpers B, wie a^2 zu $a^2 + 2ab + b^2$. Es verhält sich aber die Masse des Cörpers A zu der Masse des Cörpers B wie a^3 zu $a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$. Solchergestalt ist der Unterscheid zwischen den Flächen beyder Cörper $2ab + b^2$, der Unterscheid aber zwischen ihren Massen $3a^2b + 3ab^2 + b^3$. Weil nun $3a^2b + 3ab^2 + b^3$ gröſſer ist als $2ab + b^2$: so ist der Unterscheid zwischen den Massen beyder Cörper gröſſer als der Unterscheid zwischen ihren Oberflächen. Derowegen wird die Oberfläche eines Cörpers, in Ansehung seiner Masse, desto gröſſer seyn müssen, je kleiner der Cörper ist. Und weil sich alle ähnliche Cörper wie die Cubi ihrer Diametrorum verhalten, so ist der Satz allgemein.

Erläuterung des vorigen Satzes.

§. 278. Wem dieser Beweis Schwierigkeiten machen sollte, der kan sich die Sache erleichtern, wenn er sich 3 Würfel vorstellt, davon der andere 2 mahl und der dritte 3 mahl

mahl so breit und hoch ist als der erste. Denn wenn der kleinste von diesen Würfeln 1 Pfund wiegt: so wird der andere 8. und der dritte 29 Pfund schwer seyn müssen. Dem ohngeachtet wird die Oberfläche des Würffels, welcher 8 Pfund wiegt, nur 4 mahl, und die Oberfläche des Würffels, welcher 29. Pfund wiegt, nur 9 mahl grösser seyn als die Oberfläche dessen, der 1. Pfund woge. Wenn man nun bedenckt, daß aus dem grösten Würffel sich 27. andere machen lassen, die eben so groß wären als der erstere, welcher 1 Pfund wiegt: so erkennet man, daß die Oberfläche des grösten Würffels viel kleiner seyn müsse, als die Oberfläche aller deren 27. Würffel, woraus er bestehet, zusammengenommen. Ja man darf sich nur vorstellen, daß eine bleyerne Canonkugel in lauter Schrotkörner verwandelt würde: so würde ein jeder behaupten, daß die Oberfläche aller dieser Schrotkörner zusammen genommen grösser sey als vorher die Oberfläche der Canonkugel gewesen ist, und gleichwohl ist die Masse unverändert geblieben. Man wird also ohne weiteres Bedencken den Satz einräumen: die Oberfläche eines Cörpers ist in Absicht auf seine Masse desto grösser, je kleiner der Cörper ist, und desto kleiner, je grösser er ist.

§. 279. Wenn zwey ähnliche Cörper von einerley Art beyderseits gleich warm sind, und Ein kleiner Cörper wird

eher kalt als ein grosser.

von Cörpern von einerley Art berührt werden, es wäre aber der eine gröſſer als der andere: so wird der kleinere eher kalt werden als der grosse. Denn beyde Cörper werden kalt wenn das Feuer aus ihnen in die umstehenden herüber gehet: dieſes Herübergehen des Feuers iſt der anziehenden Kraft der umſtehenden Cörper, die anziehende Kraft aber der Anzahl der Berührungspuncte, und dieſe der Oberfläche beyder erwärmten Cörper proportional: Weil nun die Oberfläche des gröſten Cörpers gröſſer iſt als die Oberfläche des kleinern: ſo verliert der gröſſere jeden Augenblick eine gröſſere Menge der Feuertheilgen, als der kleinere; und man möchte daraus ſchlieſſen, der gröſte müſte zuerſt kalt werden. Allein, wenn man bedenckt, daß die Oberfläche des gröſſern in Anſehung ſeiner Maſſe kleiner iſt, als die Oberfläche des kleinern in Abſicht auf ſeine Maſſe: wenn man ferner in Erwegung zieht, daß das Feuer beyde Cörper durch und durch erfüllet, und alſo ihrem cörperlichen Jnhalt proportional iſt: ſo wird man ſchlieſſen, weil der gröſſere Cörper eine gröſſere Menge Feuertheile in ſich hält, und gleichwohl ſeine Oberfläche in Abſicht auf dieſe Menge des Feuers nicht ſo groß iſt, als die Oberfläche des kleinern in Abſicht auf die Menge des Feuers, welches dieſer in ſich faſſet: ſo wird auch der kleinere ſeine Wärme eher verlieren als der gröſſere.

§. 230.

§. 280. Wir wollen dieſes noch genauer zu beſtimmen ſuchen. Es verhält ſich die Zeit = T, in welcher der gröſſere Cörper kalt wird, zu der Zeit = t, in welcher der kleinere erkälten wird, wie der cörperliche Inhalt des gröſſern zum cörperlichen Inhalte des kleinern. Es verhält ſich aber auch ferner die Zeit, in welcher der gröſſere ſeine Wärme verliert, zu der Zeit, in welcher der kleinere derſelben beraubt wird, als wie die Oberfläche des kleinern zu der Oberfläche des gröſſern (§. 189. 245.). Es ſey demnach der Diameter des kleinen Cörpers = a, der Diameter des gröſſern = a, + b: ſo iſt $T : t = (a+b)^3 : a^3$ und $T : t = a^2 : (a+b)^2$; folglich $1 : t = (a+b)^1 . a^2 : a^3 . (a+b)^2 = (a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3) . a^2 : a^3 . (a^2 + 2ab + b^2) = a^5 + 3a^4b + 3a^3b^2 + a^2b^3 : a^5 + 2a^4b + a^3b^2$. Das iſt, wenn man beyderſeits mit $a^4 + 2a^3b + a^2b^2$ dividiret, wie a + b zu a. Derowegen verhalten ſich die Zeiten, in welchen zwey gleich warme Cörper von einerley Art, unter einerley Umſtänden erkältet werden, wie die Diameter dieſer Cörper. Wenn man z. E. 2 eiſerne Kugeln, eine von 1 Zoll und die andere von 2 Zollen im Diameter glüend machen und in die freye Luft legen wollte: ſo würde die groſſe noch einmahl ſo lange warm bleiben, als die kleine. Denn geſetzt, es würde die

Mathematiſcher Beweis des vorigen Satzes.

Digitized by Google

die kleine in einer Stunde kalt: so sollte die grosse, welche 8 mahl so viel Feuer in sich begreift, erst in 8 Stunden kalt werden. Weil aber die Oberfläche der grossen Kugel 4 mahl grösser ist, als die Oberfläche der kleinen: so verliert die grössere in jeden Augenblick 4 mahl mehr Wärme als die kleine (§. 139. 245.). Derowegen muß sie in dem 4ten Theile von 8 Stunden, das ist binnen 2 Stunden kalt werden. Solchergestalt verhält sich die Zeit, in welcher die kleine Kugel ihre Wärme verliert, zu der Zeit, in welcher die grössere derselben beraubt wird, wie 1 zu 2. Da sich nun der Diameter der einen Kugel zu dem Diameter der andern gleichfalls verhält wie 1 zu 2: so verhalten sich die Zeiten der Erkältung wie die Diameter.

Das 7. Capitel,
Von der Luft.

§. 281.

Die Luft ist ein flüßiger Cörper.

Man bewege in einem Raume, wo nichts vorhanden zu seyn scheinet, die Hand gegen das Gesicht, doch so, daß die Hand das Gesichte nicht berührt: so wird man fühlen, daß etwas an das Gesichte anstößt. Niemand zweifelt, daß dieses die Luft sey. Wie wollte aber die Luft an das Gesichte anstossen, wenn sie nicht ein Cörper wäre?

Die-

Diesen Cörper kan man nicht sehen. Er muß also aus sehr subtilen Theilgen bestehen. Und weil man die Hand so frey durch die Luft bewegen kan: so müssen ihre Theilgen nicht merklich unter einander zusammenhängen. Wenn nun ein Cörper, der aus subtilen Theilgen besteht, die nicht merklich unter einander zusammenhängen, ein flüßiger Cörper ist: so gehört auch die Luft in die Zahl der flüßigen Cörper.

Anmerckung.

§. 282. Die Luft hat man erst im vorigen Jahrhundert besser kennen lernen, nachdem man angefangen Experimente anzustellen, und dadurch die Natur zu zwingen, dasjenige zu zeigen, was sie sonst vor unsern Augen zu verbergen gewohnt ist. Allein, was ist es, das man durch so viele, ja ich möchte sagen unzähliche Versuche entdecket hat? Zwey Eigenschaften der Luft sind dadurch auser Zweifel gesetzt worden. Wir wissen nunmehro, daß die Luft schwer und elastisch ist.

Von der Erfindung der Luftpumpe.

§. 283. Die Luft kan vermöge ihrer Schwere und Elasticität solche Würckungen hervorbringen, dergleichen man von ihr nimmermehr vermuthen würde. Es lassen sich aber dieselben nicht besser als vermittelst der Luftpumpe zeigen. Dieses nützliche Instrument ist von einem Magdeburgischen Burgermeister, Nahmens Otto von Guericke, erfunden worden; und er hat seine Erfindung

in

in einem Buche, unter dem Titel Experimenta nova magdeburgica, bekannt gemacht. Daher findet man, daß einige Franzosen seinen Nahmen mit der Stadt Magdeburg verwechseln, und die Erfindung der Luftpumpe dem Monsieur Magdebourg zuschreiben. Diejenigen, welche sich fest vorgesetzt haben, alle Erfindungen der Deutschen verdächtig zu machen, wollen behaupten, es sey Boyle der Erfinder der Luftpumpe. Allein, wenn wir uns nicht mehr um die Erfindung als um den Erfinder bekümmern wollten: so liesse sich leicht zeigen, daß dieses ungegründet sey. Boyle hat weiter nichts gethan, als daß er die Luftpumpe des Guerickens in einigen Stücken verbessert. Man eignet demnach jenem mit Unrecht zu, was diesem von Rechts wegen gehöret. Ich will also nur kürtzlich erzehlen, wie Guericke auf diesen Einfall gekommen. Weil man damahls Wörter und Sachen nicht sonderlich von einander zu unterscheiden gewohnt war, so behaupteten alle Gelehrte, die Natur hätte einen Abscheu für den leeren Raume, und sie wollte lieber, wer weiß was, leiden, als zugeben, daß ein leerer Raum in der Welt entstehen solte. Guericken wolte dieses nicht in den Kopf. Er dachte demnach darauf, wie er einen leeren Raum zuwege bringen möchte, und dadurch gerieth er nach einigen vergeblichen Versuchen auf die Erfindung der Luftpum-

pumpe, welche nachgehends in verschiedenen Stücken verbessert, und zum Gebrauch bequemer gemacht worden ist. Unser Vorhaben leidet es nicht, ihre Structur so genau zu beschreiben, wie dieselbe einem Künstler, der sie verfertigen soll, bekannt seyn muß; sondern wir wollen nur so viel davon betrachten, als unser gegenwärtiger Zweck erfordert. Die Luftpumpe ist von einer meßingenen Spritze gar wenig unterschieden. Denn AB ist ein hohler meßingener Cylinder, Tab. V. in welchem sich der Stempel DE, welcher Fig. 60. aus ledernen Scheiben besteht, auf und nieder bewegen läst. Es ist zu dem Ende an diesem Stempel eine eiserne Stange AD befestigt, welche mit Zähnen versehen ist, damit sie sich durch Hülfe des Stirnrades und Creutzes aus und einwinden lässet. In I befindet sich der Hahn: dieser hat eine doppelte Eröffnung, deren eine gerade durchgeht, daß der Cylinder AB mit der Röhre H. K. Gemeinschaft hat, die andere aber geht schief durch den Hahn durch, und endigt sich oben in I; durch dieselbe kan die Luft aus I in den Cylinder herüber kommen. Endlich wird an die Röhre HK ein meßingener Teller PQ angeschraubt, auf welchen man ein nasses Leder legt, und die gläserne Glocken, aus welchen man die Luft pumpet, darauf setzet.

§. 284. Wenn man den Cylinder AB voll Luft zieht und den Hahn dergestalt verschliesset, Die Luft läst sich zusammen drücken.

set, daß die Luft nicht aus dem Cylinder herauskommen kan; so läst sich dem ohngeachtet der Stempel DE ziemlich weit in den Cylinder hinunter treiben. Wenn der Cylinder AB voll Luft ist, und der Stempel DE wird hinunter getrieben: so muß die in dem Cylinder befindliche Luft in einen engern Raum gebracht werden; wenn sich nun aber die einem Cörper eigenthümliche Materie in einen engeren Raum bringen läst; so läst sich der Cörper zusammen drücken. Es erhellet also hieraus, daß sich die Luft zusammen drücken lasse.

Die Luft ist elastisch.

§. 285. Wenn man aufhört die Luft zusammen zu drücken; so wird sich der Stempel DE von selbsten wieder in die Höhe bewegen. Da er nun von der Luft in die Höhe getrieben wird; so muß die Luft, nachdem sie zusammen gedrückt worden, sich von selbsten wieder ausdehnen, wenn die Kraft weggenommen wird, welche sie zusammen gedruckt hat. Ein Cörper, welcher sich zusammendrucken läst und sich von selbsten wieder ausdehnet wenn man aufhört ihn zusammen zu drücken, ist elastisch; dergleichen Eigenschaft wir bey einem gekrümmten Degen wahrnehmen. Es gehört also die Luft unter die elastischen Cörper.

Die Luft ist schwer. Tab. V. Fig. 67.

§. 286. Man nehme eine gläserne Röhre, welche über 30 Zoll lang ist, man schmeltze dieselbe in A zu, und fülle sie durch die Er-

öff-

öffnung C vermittelst eines kleinen Trichters mit Queckſilber. Iſt dieſes geſchehen, ſo kehre man die Röhre um, daß die Eröffnung C unten zu ſtehen kommt; ſo wird etwas von dem Queckſilber herauslauffen und es wird das Queckſilber aus A in D herunter fallen, in D aber wird es ſtehen bleiben, daß die Höhe des Queckſilbers DC bey nahe 28 Zoll beträget. In denen Experimenten da die Höhe des Queckſilbers gröſſer geweſen iſt, hat man auf die anziehende Kraft des Glaſes zu ſehen, welche verurſacht, daß das Queckſilber dran hängen bleibt, daher es auch herunter fällt wenn man die Röhre erſchüttert, und nur in der Höhe von 28 Zoll ſtehen bleibt. Das Queckſilber, welches in der Röhre AC 28 Zoll hoch ſteht, ſolte vermöge ſeiner Schwere durch die Eröffnung C heraus lauffen: da nun aber ſolches gleichwohl nicht geſchieht; ſo muß ein Cörper gegen die Eröffnung der Röhre C ſo ſtarck drücken, als das Queckſilber DC durch ſeine Schwere niederwarts drückt. Kein Cörper iſt vorhanden, welcher gegen die Eröffnung der Röhre C drucken könte, als die Luft. Es muß alſo die Luft durch ihren Druck verhindern daß das Queckſilber aus der Röhre AC nicht heraus fällt. Dieſes Inſtrument worinnen das Queckſilber durch den Druck der Luft erhalten wird, hat im vorigen Jahrhundert Torricellius ein Italiäner, welcher ein Schüler des Galilei

Mathematici des Groß-Hertzogs zu Florentz war, erfunden, daher es auch von ihm die Torricellianische Röhre aus einer andern Absicht aber ein Barometer genennt wird. Man nehme dergleichen Torricellianische Röhre und steige auf einen hohen Berg hinauf: so wird man finden, daß das Queckſilber immer weiter von dem Puncte D herunter fällt, je näher man zu der Spitze des Berges kömmt. Viel Queckſilber zu erhalten, wird eine gröſſere Kraft erfodert, als wenn die Schwere von einer geringern Menge Queckſilbers soll getragen werden. Da nun das Queckſilber in der Torricellianiſchen Röhre höher steht im Thale, als auf dem Berge; ſo muß die Luft auf dem Berge, keine ſo groſſe Kraft zu drücken beſitzen, als die im Thale, und demnach drückt die Luft einen Cörper deſto ſtärcker, je höher ſie über demſelben ſteht. Die Kraft, mit welcher eine flüßige Materie druckt, und die mit ihrer Höhe ab und zunimmt, iſt ihre Schwere. Es erhellet alſo hieraus, daß auch die Luft ſchwer ſeyn müſſe.

Die Dichtigkeit der Luft nimt in der Höhe ab.

§. 287. Weil die Luft ſchwer iſt (§. 286.): ſo muß die untere von der obern gedrückt werden. Nun läſt ſich die Luft zuſammen drücken, alſo muß auch die untere Luft von der über ihr ſtehenden zuſammen gedruckt werden (§. 284.). Weil aber die Schwere der Luft mit ihrer Höhe ab- und zunimmt, ſo muß die Luft deſto ſtärcker zuſammen gedruckt ſeyn,

je

je näher sie dem Erdboden ist. Da wir nun einen Cörper dichte nennen, wenn seine Theile nahe beysammen sind; so ist die untere Luft dichter als die obere; und dieses bestätiget auch die Erfahrung. Denn auf sehr hohen Bergen, dergleichen der Pico de Teneriffa ist, ist sie so dünne, daß man kaum Athem holen kan, in Bergwercken aber und unterirdischen Höhlen wird sie desto dichter befunden, je tiefer sie sind.

Die Elasticität der Luft ist ihrer Schwere gleich.

§. 288. Ein elastischer Cörper wendet so viel Mühe an sich auszudehnen, als man Kraft brauchet denselben zusammen zu drücken (§. 68.). Da nun die untere Luft von der über ihr stehenden zusammen gedruckt wird; so muß ihre Bemühung sich auszudehnen eben so groß seyn als die Schwere der Luft, welche über ihr stehet. Die Bemühung der Luft sich auszudehnen, ist ihre elastische Kraft; derowegen ist die Elasticität der untern Luft so groß, als die Schwere der über ihr stehenden Luft, von welcher sie zusammen gedrückt wird.

Wie das Auspumpen der Luft geschiehet. Tab. V. Fig. 60.

§. 289. Diesem zu Folge ist die Luft, welche uns umgiebet, in einer beständigen Bemühung sich auszudehnen. Sie muß sich demnach würcklich in einen grössern Raum ausbreiten, so bald der Widerstand gehoben worden ist. Nun können wir deutlich begreiffen wie es möglich sey, vermittelst der Luftpumpe die Luft aus einem Gefässe auszu-

pumpen. Man setze eine gläserne Glocke auf das nasse Leder, welches auf dem Teller der Luftpumpe liegt; so ist so wohl über der Glocke, als innerhalb derselben Luft anzutreffen. Die Luft, welche über der Glocke steht, drücket die Glocke vermöge ihrer Schwere an den Teller der Luftpumpe. Weil aber die unter der Glocke befindliche Luft mit der äussern von einerley Art ist und die Elasticität der eingeschlossenen Luft so viel vermag als die Schwere der äusseren, so drücket die unter der gläsernen Glocke befindliche Luft die Glocke vermöge ihrer Elasticität so starck in die Höhe, als sie die äussere Luft durch ihre Schwere niederdruckt (§. 288.). Und da die einander entgegen gesetzten Kräfte, wenn sie gleich sind, einander aufheben; so ist es eben so viel, als wenn die Glocke gar nicht von der Luft gedruckt würde. Wenn man sie also in die Höhe heben will, so hat man nicht mehr Kraft dazu vonnöthen, als erfodert wird, den Widerstand, welcher von der Schwere der Glocke herrühret, zu überwinden. Gantz anders aber ist es beschaffen wenn man die Luft aus der Glocke ausgepumpt hat. Damit nun dieses geschehen könne, so stelle man den Hah dergestalt, daß der Cylinder der Luftpumpe mit dem Teller und der darauf gesetzten Glocke Gemeinschaft habe. Alsdenn winde man den Stempel in dem Cylinder in die Höhe, so sollte zwischen dem

Stem-

Stempel und dem Hahne ein leerer Raum bleiben. Da sich aber die Luft unter der Glocke ausbreitet, so bald der Widerstand gehoben ist: da ferner in dem leeren Raume, welcher zwischen dem Stempel und dem Hahne entsteht, nichts vorhanden ist, das dieser Ausbreitung der Luft unter der Glocke widerstehen könnte: so muß sie sich dahin ausbreiten. Solchergestalt erfüllet die Luft, welche vorher allein unter der Glocke befindlich war, jetzo die Glocke und den Cylinder zugleich. Nachdem dieses geschehen: so muß man den Hahn dergestalt herumdrehen, daß die Communication des Cylinders mit der Glocke aufgehoben wird. Treibt man nun den Stempel in dem Cylinder wieder zurück: so kan die Luft, welche aus der Glocke in den Cylinder herübergetreten war, nicht wieder unter die Glocke getrieben werden; sondern sie muß vielmehr durch die schief gebohrte Eröffnung des Hahnes aus dem Cylinder herausgehen. Man erkennet also hieraus, wie es möglich sey, die Luft vermittelst der Luftpumpe aus einem Gefässe heraus zu bringen. Je öfter man nun dieses Aus- und Einwinden des Stempels wiederhohlt, desto reiner kan man ein Gefäß von der Luft bekommen.

Kein Gefäß kan ganz vollkommen von Luft

§. 290. Doch ist es nicht möglich, alle Luft aus einem Recipienten so herauszupumpen, daß gar keine zurück bleiben sollte. Denn gesetzt, der innere Raum des Recipien-

ausgeleeret werden.

pienten wäre dem Cylinder der Luftpumpe am Innhalte gleich: so dehnt sich die Luft auf den ersten Zug dergestalt aus, daß diejenige, welche vorher den Recipienten allein erfüllte, jetzo den Recipienten und den Cylinder zugleich einnimmt. Solchergestalt bleibt nur die Helfte der Luft auf den ersten Zug zurücke. Weil nun auf den andern Zug wieder die Helfte der vorigen Luft herausgehet: so bleibt nur noch $\frac{1}{4}$ übrig. Da nun ferner klar ist, daß auf den dritten Zug $\frac{1}{8}$, auf den vierten $\frac{1}{16}$ zurückbleiben müsse: so geschiehet die Verdünnug der Luft in diesem Falle nach folgender Progreßion, $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \frac{1}{128}$ &c. Ein jeder sieht, daß sich diese Reihe der Brüche ohne Ende fortführen lasse, und daß also die Luft niemahls völlig ausgepumpt werde. Weil aber doch diese Brüche immer kleiner werden, je weiter die Progreßion fortgesetzt wird: so folgt, es könne die Luft durch wiederholtes Auspumpen so sehr verdünnet werden, daß die rückständige für nichts zu achten, und daß man alsdenn ohne Irrthum annehmen könne, es sey dergleichen Recipient völlig von Luft gereinigt. Wolte man eine andere Verhältniß des Recipienten gegen den Cylinder annehmen; so würde zwar eine andere Progreßion dadurch entstehn, welche aber ebenfals ohne Ende fortgehen würde. Man hat also nicht zu zweifeln, daß der Beweis allgemein sey.

§. 291.

§. 291. Wenn man auf dieſe Weiſe die Luft aus der gläſernen Glocke herausgepumpet hat: ſo wird dieſelbe mit dem Teller der Luftpumpe ſo feſt zuſammenhängen, daß man ſie mit der gröſten Gewalt nicht loßreiſſen kan. Und wie iſt es anders möglich? Die äuſſere Luft druckt die Glocke durch ihre Schwere beſtändig gegen den Teller der Luftpumpe (§. 286.). Hat man nun die inwendige Luft hinweggenommen, oder zum wenigſten durch Auspumpen ihre Elaſticität geſchwächet: ſo muß alsdenn der Druck der äuſſern Luft merklich werden, und ein ſtarckes Zuſammenhängen der Glocke mit dem Teller der Luftpumpe verurſachen (§. 167. Damit wir aber erkennen, wie ſtarck die Glocke mit dem Teller der Luftpumpe zuſammenhängt: ſo wollen wir beſtimmen, wie ſtarck die Luft auf die Glocke drücke. Ich habe erwieſen, daß die Luft durch ihren Druck das Queckſilber 28 Zoll hoch erhalten könne (§. 286.). Derowegen muß eine Luftſäule, welche mit der Torricellianiſchen Röhre gleiche Grundfläche hat, eben ſo ſchwer ſeyn, als das Queckſilber, welches die gläſerne Röhre erfüllt (§. 159.). Eine Queckſilberſäule, welche 28 Zoll hoch iſt, würde mit dem Waſſer die Wage halten, wenn dieſes 14 mahl ſo hoch ſtünde als das Queckſilber (§. 159.). Derowegen muß die Luft ſo ſtarck drücken, als eine Waſſerſäule, welche 14 mahl 28 Zoll, das iſt, 392.

Wie man den Druck der Luft ausrechnen kan.

Zoll, oder wenn man mit 12 dividiret 32. bis 33. Rheinländische Schuh hoch ist. Sturm und Mariotte haben dieses versucht, und eine gläserne Röhre, die über 32. Rheinländische Schuh hoch war, mit Wasser gefüllt: so ist das Wasser bey nahe in einer Höhe von 32. Rheinländischen Schuhen stehen geblieben, eben so, wie wir oben gesehen, daß das Quecksilber in der Torricellianischen Röhre von dem Drucke der Luft 28 Zoll hoch erhalten wird. Solchergestalt wird der Erdboden von der Luft eben so starck gedruckt, als wenn er mit einem Wasser beschweret würde, welches 32. Rheinländische Schuh hoch stünde, oder als wenn er mit einem Quecksilbermeere bedeckt wäre, das eine Höhe von 28. Zollen hätte. Nun werden wir bestimmen können, wie starck die Glocke an den Teller der Luftpumpe angedrückt werden müsse, wenn die Luft rein ausgepumpt ist. Denn es ist eben so viel, als wenn sie von einer Wassersäule gedruckt würde, welche eben die Grundfläche hätte, und 32. Rheinländische Schuh hoch wäre. Man darf also nur die Schwere dieser Wassersäule ausrechnen, wenn man den Druck der Luft finden will. Der Mathematicus zeigt uns, wie man den cörperlichen Inhalt eines Cylinders ausrechnen solle. Dadurch erfahre ich, wie viel Cubicruthen und Schuhe diese Wassersäule, welche der Schwere der Luft gleich ist, in

sich

ſich halte. Iſt mir nun bekannt, daß ein Cubieſchuh Waſſer 64. Pfund wiege: ſo bin ich im Stande, die Schwere dieſer Waſſerſäule, und alſo auch den Druck der Luft gegen eine gegebene Grundfläche zu beſtimmen. Es ſey der Diameter der Grundfläche 1 Schuh, oder 100‴: ſo iſt die Peripherie 314‴ (§. 129. Geom.) und wenn man dieſe Peripherie mit dem vierten Theile des Diametri = 25 multiplicirt: ſo findet man die Grundfläche 7850‴ (§. 128. Geom.). Die Höhe der Waſſerſäule, welche eben ſo ſtarck drückt wie die Luft, iſt 32 Rheinländiſche Schuh. Wir wollen aber jetzo' annehmen, daß ſie nur 31 Schuh hoch ſey damit wir den Druck der Luft lieber zu klein als zu groß heraus bringen. Wenn man demnach die Grundfläche 7850‴ mit der Höhe 31', oder 3100‴ multipliciret: ſo findet man den Inhalt der Waſſerſäule 24335000‴ (§. 197. Geom.). Nun wiegt ein Cubicſchuh Waſſer 64 Pfund, derowegen kan man aus dem gefundenen Inhalte der Waſſerſäule ihre Schwere beſtimmen, und man bekömmt dieſelbe nach der Regel Detri 1557½ Pf. Man ſchließt nemlich: 1000'': 24335'' = 64 Pf 1557½ Pf. Wenn alſo der Diameter einer gläſernen Glocke ein Schuh wäre: ſo würde dieſelbe, nachdem die innere Luft hinweggepumpt worden, mit einer Kraft von 1557½ Pfunde an den Teller der Luftpumpe angedruckt werden. Und ſo viel Gewichte würde man auch nöthig haben, ſie davon loß zu reiſſen.

Von den Halbkugeln.

§. 292. Hieraus läst sich der Versuch, mit denen beyden Halbkugeln, welchen Otto von Guericke zuerst angestelt hat beurtheilen. Man läst sich zwey hohle halbe Kugeln von Meßing giessen. Diese setzt man an einander, und verschmieret die Fugen mit ein wenig Unschlit. So dann schraubet man sie vermittelst des daran befindlichen Hahnes auf die Luftpumpe, und pumpet die Luft heraus. Nachdem dieses geschehen: so verschließt man den Hahn, damit keine Luft von aussen wieder hinein kommen kan. Will man nun diese Halbkugeln von einander reissen: so kan solches durch die Kraft vieler Personen kaum erhalten werden. Denn, weil die Luft aus dem inwendigen Raume der Halbkugeln herausgepumpet ist, so drückt sie die äussere Luft von beyden Seiten so starck an einander, als zwey Wassersäulen drucken würden, welche zu ihrer Grundfläche den grösten Cirkel der Kugel, und zu ihrer Höhe 32 Rheinländische Schuhe hätten. Ist nun z. E. der Diameter der Kugel 1. Schuh: so ist der Druck der Luft von beyden Seiten 1557 Pfund, (§. 291.) und eben so viel wird auf jeder Seite Kraft erfodert, die Halbkugeln von einander zu reissen; im luftleeren Raume aber fallen sie entweder durch ihre eigene Schwere von einander, oder sie können doch von einem sehr kleinen Gewichte von einander gerissen werden. Denn die

Luft

Luft hat durch ihren Druck das Zusammenhängen der Halbkugeln verursacht. Nimmt man nun diese hinweg: so muß auch ihr Zusammenhängen aufgehoben werden. Im übrigen ist leicht zu erachten, daß dergleichen Halbkugeln desto stärcker zusammenhängen müssen, je grösser sie sind. Daher hat sie Otto von Guericke, als er auf dem Reichstage zu Regenspurg die Probe machte, mit 16. Pferden von einander reissen müssen, weil die seinigen von einer ausserordentlichen Grösse gewesen. Und dieses wird niemand befremden, wenn man nur bedenckt, daß die Kraft, mit welcher die Halbkugeln an einander gedrückt werden, dem Quadrate ihres Diametri proportional ist. Denn, das Zusammenhängen der Halbkugeln ist dem Drucke der Luft, der Druck der Luft aber der Schwere einer Wassersäule, welche 32 Schuh hoch ist, gleich (§. 291.). Wenn sich nun Cylinder von gleicher Höhe, wie ihre Grundflächen (§. 210. Geom.), die Grundflächen aber wie die Quadrate ihrer Diameter verhalten (§. 131. Geom.): so wird auch der Druck der Luft dem Quadrate des Diameters der Halbkugelen proportional seyn müssen. Solchergestalt werden zwey Halbkugeln viermahl so starck zusammenhängen, wenn sie im Diameter noch einmahl so groß sind, sie werden 9 mahl so starck zusammenhängen, wenn sie im Diameter 3 mahl so groß sind u. s. w.

Wenn

Wenn man die Luft nicht aus den Halbkugeln auspumpet, sondern sie nur an einander setzt, und die äussere Luft welche sie umgiebet zusammendrückt: so werden sie ebenfalls zusammenhängen.

Experiment mit der Torricellianischen Röhre.

§. 293. Man setzt bey diesem allen als gewiß voraus, daß die Luft so starck drücke als das Queckſilber in der Torricellianiſchen Röhre, und daß ſie alſo dieſes durch ihren Druck in einer Höhe von 28. Zollen erhalten könne. Wolte man hieran zweifeln: so würde man ſich deſſen durch die Erfahrung folgendergeſtalt verſichern können. Man ſetze die Torricellianiſche Röhre unter eine gläſerne Glocke und pumpe die Luft vor der Eröfnung C hinweg; ſo wird auf jeden Zug das Queckſilber in der Röhre herunterfallen, und endlich gantz heraus gehen, nachdem man die Luft völlig ausgepumpt hat. Steht nun die Eröfnung der Röhre C im Queckſilber: ſo darf man nur wieder Luft unter die Glocke laſſen, ſo ſteigt ſo gleich das Queckſilber in die Röhre C A hinauf, bis es wieder auf ſeine vorige Höhe in D gekommen iſt. Daß das Queckſilber in der Röhre AC herunterfält, iſt deſto weniger zu verwundern, da es von ſeiner Schwere beſtändig niederwerts getrieben wird. Da aber dieſes nur alsdenn erfolget, wenn die Luft hinweggepumpet wird: ſo muß ja die Luft durch ihre Gegenwart das Fallen des Queckſilbers verhin-

Tab. V. Fig. 67.

dert

dert, und es also so starck in die Höhe gedruckt haben, als das Queckſilber niederzuſincken geſucht hat. Man ſieht alſo, daß das Queckſilber darum in die Torricelliani-ſche Röhre hineinſteigt, wenn man Luft unter die Glocke läſt, weil dieſe Luft durch ihre elaſtiſche Kraft, welche ihrer Schwere gleich iſt (§. 288.), auf das Queckſilber im Gefäſſe drücket, und es durch dieſen Druck in die von Luft leere Röhre hineintreibt. Es iſt ohne mein Erinnern klar, daß dieſes mit dem Waſſer eben ſo, wie mit dem Queckſilber, angehen müſſe: nur daß hier die Röhre viel länger ſeyn kan, weil der Druck der Luft das Waſſer höher als das Queckſilber zu erhalten vermögend iſt (§. 291.). Kan nun die Luft durch ihren Druck das Waſſer 32 Rheinländiſche Schuhe hoch erhalten: ſo werden wir uns nicht wundern, wenn es aus einer Bouteille nicht herausläufft, wenn man ſie umkehret, und mit der Eröfnung ins Waſſer ſtecket. Wir werden es für nichts beſonders halten, daß das Waſſer aus einem Glaſe nicht herausläufft, wenn man ein Papier über das Waſſer legt, und das Glas umkehrt.

Fernere Betrachtung des Barometers.

§. 294. Das Queckſilber in der Torricellianiſchen Röhre kan weder ſteigen noch fallen, wenn man ſie unter ein mit Luft erfülltes Gefäß ſetzet, obgleich aller Zufluß der äuſſern Luft verhindert wird. Denn es iſt allemahl die

die Elasticität der eingeschlossenen Luft der gantzen Schwere der äusern Luft gleich (§. 288.). Nun kan die Luft durch ihre Schwere das Quecksilber in der Torricellianischen Röhre erhalten (§. 286.); warum solte sie es nicht auch durch ihre Elasticität erhalten können? Zum andern wird man hieraus abnehmen können, daß die Torricellianische Röhre ein Instrument sey, dadurch man die Schwere der Luft an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten ausmachen könne. Denn wenn die Luft schwerer wird: so drückt sie stärcker auf das Quecksilber, und also muß dieses höher hinaufsteigen. Eben so ist klar, daß es fallen müsse, wenn die Luft leichter wird, und also nicht so starck drücket. Zu dem Ende befestigt man die Torricellianische Röhre an ein Bret und hinter dieselbe ein Pappier, auf welchem die Grade abgetheilt werden, damit man das Steigen und Fallen des Quecksilbers daran wahrnehmen könne. Da nun also das Steigen und Fallen des Quecksilbers in der Torricellianischen Röhre der Schwere der Luft jederzeit proportional, und diese mit der Witterung genau verbunden ist: so sieht man die Ursache, warum dieses Instrument ein Wetterglas oder Barometer genennt zu werden pflegt. Es muß demnach in einem guten Barometer über dem Quecksilber in A D gar keine Luft vorhanden seyn, weil sie sonst durch ihre

Elasti-

Elasticität oben auf das Queckſilber drücken, und alſo verurſachen würde, daß es nicht ſo hoch ſtünde als es billig ſtehen ſolte. Man möchte vielleicht meynen, es müſſe das Queckſilber gar aus der Röhre herunterfallen, wenn etwas Luft in den obern Theil der Röhre gekommen wäre; allein, wenn man bedencket, daß das Queckſilber, indem es herunterfällt, einen leeren Raum in der Röhre über ſich zurücke läſt: ſo wird ſich die Luft durch dieſen Raum ausbreiten müſſen. So bald ſie anfängt ſich auszubreiten, ſo bald wird auch ihre elaſtiſche Kraft geſchwächt. Iſt nun dieſe geringer als der Druck der äuſſern Luft: ſo ſieht man wohl, daß dieſer verhindern müſſe, daß das Queckſilber nicht gantz aus der Röhre herausfället; denn es muß aufhören heraus zu lauffen, wenn die Elasticität der über dem Queckſilber in D befindlichen Luft und die Schwere des Queckſilbers zuſammengenommen der Schwere der äuſſern Luft gleich iſt. Doch wird es im Augenblicke herunter fallen, wenn man oben in A, wo die Röhre zugeſchmeltzet iſt, etwas davon abbricht. Denn weil ſodann die Luft nicht nur von unten, ſondern auch von oben auf das Queckſilber drücket, und beyde Kräfte einander entgegen geſetzt und gleich ſind: ſo muß eine die andere verhindern (§. 27.); und ſolchergeſtalt iſt es eben ſo viel, als wenn die Luft gar nicht gegen das Queckſilber drückte.

Es

Es fällt also vermöge seiner Schwere herunter.

Warum das Queckſilber in der Torricellianiſchen Röhre mit wiegt.

§. 295. Dieſes alles kan man vorherſehen, wenn man einmahl weiß, was die Urſache ſey, daß das Queckſilber in der Torricellianiſchen Röhre verbleibet. Allein, dieſes ſcheint was ſeltſames zu ſeyn, daß das Queckſilber mit wiegt, wenn man die Torricellianiſche Röhre an eine Wage hängt. Wie, möchte man dencken, ſoll das Queckſilber von der Luft getragen werden, und gleichwohl auf die Wage drücken? Allein, es iſt auch nicht eigentlich das Queckſilber, welches die Wage beſchweret. Wir wollen die Sache nur ein wenig genauer betrachten. Man bindet um das Barometer in A einen Faden, und hängt es an die Wage. Die Luft drückt oben in A auf das Barometer, ſie drückt auch unten in C; allein der Druck, welchen ſie unten gegen C äuſſert, widerſtehet keinesweges dem Drucke der Luft in A; ſondern er wird angewendet, das in der Röhre befindliche Queckſilber zu tragen (§. 293.). Solchergeſtalt iſt ja offenbar, daß der Druck der Luft in A keinen Widerſtand hat, und alſo ſeine Würckung in die Wage, an welche das Barometer gebunden iſt, äuſſern muß. Es iſt demnach eigentlich die Luft, und nicht das Queckſilber, welches den Ausſchlag in gegenwärtigem Falle bey der Wage verurſachet; allein, weil der Druck der Luft der

Fig. 67.

Schwe-

Schwere des Queckſilbers jederzeit gleich iſt (§. 286.): ſo wird das Barometer um ſo viel ſchwerer befunden, als das Queckſilber wiegt, welches die Röhre erfüllet.

§. 296. Weil die Luft ein ſchwerer flüßiger Cörper iſt (§. 286.): ſo muß ſich alles auf ſie deuten laſſen, was oben von dem Drucke der flüßigen Materie erwieſen worden. Nun haben wir geſehen, daß eine flüßige Materie ſo viel von der Schwere eines andern Cörpers, der ſich darinnen befindet, trägt, als der Theil der flüßigen Materie wiegt, welcher von dergleichen Cörper aus der Stelle getrieben wird (§. 160). Derowegen werden alle Cörper in der Luft ſo viel von ihrer Schwere verlieren, als die Luft wiegt, welche den Raum erfüllen kan, den ſie einnehmen. Es beſtätigt dieſes die Erfahrung. Denn wenn man eine mit Luft erfüllte Blaſe an eine Schnellwage hängt: ſo giebt ſie einen Ausſchlag nachdem die Luft ausgepumpet worden. Da ſie nun ſolchergeſtalt ſchwerer befunden wird, wenn man die umſtehende Luft hinwegpumpet: ſo muß dieſe einen Theil ihrer Schwere getragen haben. Die Luft trägt einen Theil von der Schwere der Cörper.

§. 297. Hieraus werden wir urtheilen können, wie es möglich ſey die Luft abzuwägen. Denn eine hohle gläſerne oder küpferne Kugel muß in der Luft ſo viel von ihrer Schwere verlieren, als die Luft wiegt, welche die Kugel erfüllet (§. 296.). Iſt nun die Kugel Die Luft läßt ſich abwägen.

voll Luft: ſo wird durch die in der Kugel befindliche Luft ihre Schwere ſo ſtarck vermehrt, als ſie durch den Druck der äuſſern vermindert worden war. In dieſem Falle kan alſo die Kugel nichts merckliches von ihrer Schwere verlieren. Allein, wenn man die Luft aus der Kugel herauspumpet, daß ſie ihre Schwere nicht mehr vermehren kan: ſo wird ſich deutlich zeigen, wie viel die Kugel in der Luft von ihrer Schwere verliert. Derowegen wird die Kugel leichter werden, wenn die Luft herausgepumpet iſt; ſie wird ſchwerer werden, wenn die Luft wieder hineindringet, und man darf ſie nur an eine Wage hängen: ſo kan man finden, um wie viel ſie leichter und ſchwerer geworden, und alſo entdecken, wie viel die Luft, welche die Kugel erfüllet, gewogen hat. Daß man aber die Luft innerhalb der Luft abwägen könne, iſt deſtoweniger zu verwundern, da dieſes auch mit dem Waſſer angehet (§. 185.). Wolte man ſich einbilden daß die vermehrte Schwere der Kugel denen in der Luft befindlichen Dünſten zuzuſchreiben wäre: ſo dürfte man nur ſal tartari vor die Eröfnung der Kugel legen wenn man die Luft hineingehen lieſſe: weil alle wäſſerige Dünſte darinnen hängen bleiben. Man hat durch dieſes Abwägen der Luft die Verhältniß ihrer Schwere gegen das Waſſer zu beſtimmen geſucht. Es wird hierzu weiter nichts erfordert, als daß man erſt die

Schwe-

Schwere der Luft bestimmt, welche die Kugel erfüllet. Hernach füllet man die Kugel voll Wasser und wieget sie: so findet man die Schwere des Wassers, welches eben so viel Raum einnimmt. Auf diese Weise haben einige gefunden, daß sich die Schwere der Luft zu der Schwere des Wassers verhalte wie 1: 922. und daß also die Luft bey nahe 900 mahl leichter sey als das Wasser. Es kommen zwar nicht alle Naturkündiger hierinnen mit einander überein; allein es ist auch nicht wohl möglich, daß sie darinnen völlig mit einander einig seyn solten. Denn es ist die Luft zu einer Zeit schwerer, als zu der andern. Ein Wasser ist schwerer als das andere. Es ist im Winter von schwererer Art, als im Sommer (§. 256.); und wer will uns gut dafür seyn, daß diejenigen, so die Schwere der Luft sehr geringe ansetzen, ihre Gefässe recht rein ausgepumpt und von der Luft gereinigt haben. Man kan daher behaupten, daß die Luft nicht unter 600 und nicht über 1000 mahl leichter sey als das Wasser.

Ob man die Luft in Blasen abwägen kan.

§. 298. Es haben einige versucht, die Luft mit Rindsblasen abzuwägen. Wir wollen untersuchen, was hievon zu halten sey. Freylich scheint es, als müste die Blase schwerer seyn, wenn sich Luft darinnen befindet, als wenn keine darinnen ist; allein, wenn man bedenckt, daß die Luft von einer

aufgeblasenen Blase viel, von einer zusammengedrückten aber sehr wenig trage (§. 296.): so muß die Blase, wenn sie mit Luft erfüllet ist, um so viel leichter werden als die Luft wieget, die die Blase erfüllt. Ist keine Luft in der Blase: so wird die Blase, weil sie alsdenn sehr wenig Raum einnimmt, auch dadurch nicht mercklich leichter (§. 162.). Solchergestalt ist dieses kein richtiger Weg die Schwere der Luft zu erkennen. Wenn man aber die Blase sehr starck aufbläset, sie an den Wagebalcken hänget, und mit dem Federmesser hineinsticht: so wird man finden, daß nicht nur ein Theil Luft aus der Blase herausfähret; sondern die Blase wird auch alsdenn um etliche Gran leichter werden. Denn, weil in dem gegenwärtigen Falle die Luft in der Blase dichter gemacht wird (§. 284.): so muß dieselbe um so viel schwerer werden, als die Luft wieget, so man über diejenige, welche die Blase ihr selbst gelassen erfüllt, hineingepreßt hat. Und weil diese Luft stärcker, als die äussere zusammengedrückt ist: so muß sie sich stärcker auszudehnen suchen, als ihr die äussere wiederstehen kan (§. 285. 288.). Sie muß also durch die in der Blase gemachte Eröffnung herausfahren, und die Blase also um so viel leichter werden, als dieser Uberschuß der Luft gewogen hat.

§. 299.

§. 299. Freylich kommt es einem wunderlich vor, wenn man hört, die Luft sey so sehr schwer, und man empfindet doch nichts weniger, als daß sie drucket. Denn wenn die Haut eines Menschen in eine geradelinichte Fläche ausgebreitet würde: so würde sie ohngefehr 20 Quadratschuhe erfüllen. Es wäre also der Druck der Luft gegen dieselbe 20 × 31 × 64 = = 39680 Pfund (§. 291.). Da nun dieses gilt, die Haut mag eine geradlinichte oder krummlinichte Fläche haben: so kan man annehmen, es werde ein Mensch um u.um von der Luft zum wenigsten mit einer Kraft von 39680 Pfunden gedruckt. Solte man es nun nicht fühlen, wenn man eine Last von etlichen Centnern auf seinem Leibe trüge? Aber warum fühlt ein Fisch den Druck des Wassers nicht, da doch bisweilen etliche Centner Wasser über ihm stehen? Dieses darf uns gar nicht befremden, nachdem wir gesehen haben, daß eine flüßige Materie auch den allerzerbrechlichsten Cörper nicht zerdrücken könne, wenn sie ihn von allen Seiten umgiebet (§. 166.). Ich geschweige, daß in allen Säften unsers Cörpers Luft anzutreffen ist, welche durch ihre Elasticität dem Drucke der äussern Luft widersteht (§. 288.). Will man aber den Druck der Luft empfindlich machen: so darf man nur die Luft von der einen Seite hinwegnehmen. Denn man kan die Schwere der Luft gantz merklich füh-

Warum man den Druck der Luft nicht fühlet.

len, wenn man einen hohlen Cylinder, welcher unten und oben offen ist, auf den Teller der Luftpumpe setzt, die Hand auf die oberste Eröffnung des Cylinders legt, und so dann die Luft aus demselben herauspumpet. So bald dieses geschiehet, so wird man mercken, daß die Hand sehr starck von der äussern Luft an den Cylinder angedruckt werde. Bindet man eine Blase über die Eröffnung des Cylinders, und pumpet die Luft aus, so wird sie von der äussern Luft in den Cylinder hineingedrückt, und mit einem Krachen zersprenget werden. Eben dieses wiederfähret einer Glasscheibe, wenn man sie auf den Cylinder anküttet. Sie bieget sich etwas ein, wenn die Luft ausgepumpet wird, sie zerspringt mit einem Knalle und die Stücken davon schlagen gewaltsam an den Teller der Luftpumpe an. Und weil die Luft, als eine flüßige Materie, nach allen Seiten gleich starck drücket (§. 154.): so zerdrückt sie die Glasscheibe nach einer jeden Direction, ihr Druck mag von oben, von unten, oder von der Seite geschehen. So wie die Luft die Glasscheibe zerdrücken kan, so zerdrückt sie auch eine dünne und breite eckigte Flasche, wenn man die Luft herauspumpet.

Warum die gläserne Glocken nicht von der Luft zer-

§. 300. Wenn man dieses betrachtet: so solte man dencken, die Luft müßte die gläsernen Glocken oder Recipienten eben so wohl als diese Flasche zerdrücken, welches gleichwohl

wohl nicht geschiehet. Die Ursache davon müssen wir aus der Figur dieser Glocken herleiten. Denn, weil sie oben rund und gewölbet sind: so kan man sich rund herum lauter Circul gedencken. Soll nun die Glocke zerdrückt werden: so müssen sich entweder alle Theile dieser Circul mit gleicher Geschwindigkeit gegen den Mittelpunct bewegen, oder es muß sich ein Theil geschwinder bewegen, als die übrigen. Der letztere Fall ist darum nicht möglich, weil alle Theile der Glocke von der Luft gleich starck gedrückt werden. Sollen sich aber alle Theile der Circul, woraus die Glocke besteht, mit gleicher Geschwindigkeit gegen den Mittelpunct bewegen: so müßten alle diese Circul kleiner werden. Da nun aber dieses wegen der Impenetrabilität der Materie ebenfals nicht angeht: so kan auch eine solche Glocke oder Kugel von dem Drucke der Luft nicht zerbrochen werden. Es scheinet zwar, als liesse sich dieser Schluß auch bey einer andern Figur der Glocke anbringen; damit aber das Gegentheil erhelle, so wollen wir setzen, es wäre die Glocke oben nicht gewölbt, sondern vielmehr mit einer geradelinichten Circulfläche bedecket: alsdenn ist klar, daß alle Radii dieses Circuls als lauter Hebel betrachtet werden können, deren Ruhepunct in der Peripherie des Circuls anzutreffen ist (§. 60.). Nun mag die Luft immerhin auf alle Theile drückt werden.

le der Oberfläche gleich starck drücken: so erhalten doch allemahl diejenigen Theile, so dem Mittelpuncte am nächsten sind, und also die gröste Entfernung haben, eine grössere Geschwindigkeit, als die übrigen (§. 61.). Wenn sich aber ein Theil eines Cörpers geschwinder bewegt, als der andere: so ist es leicht möglich, daß sie sich von einander absondern, und der Cörper zerbrochen wird.

Wie das Saugen geschiehet.

§. 301. Man kütte in einen Recipienten eine krummgebogene Röhre ABC, welche über 30. Zoll lang ist. Man setze die unterste Eröfnung der Röhre C ins Queckſilber, und pumpe die Luft aus dem Recipienten A heraus: so wird sogleich das Queckſilber in die Röhre hinaufsteigen, und bey jedem Zuge höher kommen; wenn es aber eine Höhe von 28. Zollen erreichet hat: so mag man so lange mit Pumpen fortfahren, als wie man will: so wird man es niemahls dahin bringen daß es höher hinaufstiege. Wodurch aufs neue bestätigt wird, daß die Luft durch ihren Druck das Queckſilber nicht höher als 28. Zoll bringen könne. Bedient man sich aber des Waſſers an statt des Queckſilbers: so wird es durch die gantze Röhre hinauf steigen, und in den leeren Recipienten in A hineinlauffen. Die Ursache dieser Würckung ist so leichte zu finden, daß ich sie mit Stillschweigen übergehen könnte. Denn wer weiß nicht, daß die Luft auf das Waſſer oder

Tab. V. Fig. 68.

Queck-

Queckſilber drücke, und durch ihren Druck das Waſſer in die Röhre hineinzutreiben bemühet ſey (§. 286.) Iſt nun die Röhre ABC voll Luft: ſo drückt dieſe durch ihre Elaſticität das Waſſer ſo ſtarck nieder, als es von der äuſſeren in die Höhe getrieben wird. Pumpet man aber die Luft auf der einen Seite in A hinweg: ſo iſt nichts vorhanden, das dem Drucke der äuſſern Luft widerſtehen könnte. Es muß alſo dadurch das Waſſer in die Röhre hinauf getrieben werden. Warum es aber höher, als das Queckſilber ſteigt, läßt ſich aus ſeiner Schwere, welche 14 mahl geringer iſt als die Schwere des Queckſilbers, begreiffen. Eben ſo ſteigt das Waſſer in eine Röhre hinein, wenn man an dem einen Ende ſauget. Was iſt aber das Saugen anders, als ein Auspumpen der Luft vermittelſt des Mundes? Noch viele Würckungen erfolgen aus einer gleichmäßigen Urſache. Ein Pferd würde nicht trincken können, wenn keine Luft vorhanden wäre. Denn wenn es trincken will: ſo ſteckt es das Maul ins Waſſer, es erweitert die Bruſt, damit ſich die im Maul und Naſe befindliche Luft in einen gröſſern Raum ausdehne, und alſo an ihrer Elaſticität geſchwächet werde. So gleich drückt die äuſſere Luft das Waſſer in den Mund. Ohne Luft würden wir unſere erſte Nahrung, die Muttermilch nicht genieſſen können. Denn, wenn

ein Kind saugen will: so legt es den Mund um die Wartze der Mutter, es erweitert seine Brust, dadurch dehnet sich die Luft, welche in dem Munde ist und die Wartze umgiebet, in einen grössern Raum aus, und wird verdünnet: die äussere Luft aber, welche alsdenn stärcker ist, drückt auf die Brust der Mutter, und treibt die Milch in den Mund des Kindes, da der geringste Widerstand ist. So geschieht auch das Tobacksrauchen vermittelst der Luft. Denn man verdünnet auf die gedachte Art die Luft in der Röhre der Tobackspfeiffe: so kan die äussere Luft vermöge ihrer Schwere durch den Kopf der Tobackspfeiffe hineindringen, und den Rauch mit sich dem Munde zuführen. Da ferner die Luft durch ihren Druck ein Zusammenhängen der Cörper verursachen kan (§. 291.): so sieht man, warum ein Schlüssel an den Lippen hängen bleibt, wenn man die Luft herausgesogen hat. Durch den Druck der Luft dringt das Wasser in eine Spritze. Denn wenn man den Stöpsel in die Höhe zieht: so entsteht innerhalb der Spritze ein luftleerer Raum. Weil nun daselbst kein Widerstand ist, so treibt die äussere Luft durch ihren Druck das Wasser in die Spritze. Daher kan kein Wasser in die Spritze dringen, wenn die Luft reine ausgepumpt ist und mit dem plumpen hat es eine gleichmäßige Bewandniß.

§. 302.

§. 302. Zu denen Würckungen, welche von dem Drucke der Luft ihren Ursprung haben, zählet man mit Recht den Heber. Ein Heber ist aus zwey Röhren zusammengesetzt, deren eine jederzeit länger seyn muß als die andere, ja man trifft auch daselbst die Eigenschaften eines Hebers an, wo man sich nur zwey solche Röhren in einer flüßigen Materie vorstellen kan, wenn sie gleich nicht würcklich vorhanden sind. Will man nun einen Heber gebrauchen: so setzt man die kurtze Röhre in eine flüßige Materie, z. E. in das Wasser, und sauget aus der langen Röhre in C die Luft aus: so steiget das Wasser aus dem Gefässe in die Höhe, und erfüllet die Röhre ABC. Daß dieses darum geschehe, weil die Luft das Wasser in den Heber durch ihren Druck hineintreibet: ist aus dem vorigen abzunehmen (§. 301). Ich sage aber ferner, wenn die Eröffnung C tieffer stehet, als A: so wird das Wasser so lange in C herauslauffen, bis die Eröffnung A nicht mehr unter dem Wasser stehet. Denn die Luft drückt das Wasser in A beständig in den Heber; nun drückt sie zwar eben so starck als die Luft in C, weil aber die Wassersäule BC stärcker druckt als AB: so muß das Wasser in C herauslauffen. Wir wollen setzen, es druckt die Luft in A mit einer Kraft von 20 Pfund das Wasser in die Röhre AB hinauf: so druckt sie das Wasser in C gleichfals

Von dem Heber. Tab. V. Fig. 69.

fals mit einer Kraft von 20 Pfunden nach der Direction CB in die Höhe. Wären nun beyde Röhren gleich hoch: so würde das Wasser, weder in C, noch in A herauslaufen können. Allein weil die Röhre CB allemahl länger ist, als AB: so wird die Wassersäule CB auch stärcker niederwärts drücken, als die andere AB. Wenn wir nun annehmen, daß dieses sey: so wiegt z. E. das Wasser in der Röhre AB 1 Pfund, das Wasser in der Röhre BC 6 Pfund. Es bemüht sich also das Wasser in der Röhre AB mit einer Kraft von 1 Pfunde nach der Direction BA niederzusincken; weil es aber von der Luft nach der Direction AB mit einer Kraft von 20 Pfunden in die Höhe gedruckt wird: so dürfen wir nur den Widerstand des Wassers = 1 Pfund vom Druck der Luft = 20 Pfund abziehen: so finden wir, daß die Luft das Wasser mit einer Kraft von 19 Pfunden in den Heber treibe. Ziehen wir ferner die Kraft, mit welcher das Wasser in die Röhre BC nach der Direction BC niederzusincken sucht, = 6 Pfund von der Kraft, mit welcher es die Luft zurücke hält, = 20 Pfund ab: so sehen wir, daß die Luft der Bewegung des Wassers in C nur mit einer Kraft von 14 Pfunden widerstehe. Da nun also der Widerstand der Luft in C = 14 Pfund geringer ist, als der Druck der Luft in A, welcher 19 Pfund ausmachet: so muß nothwendig

dig das Wasser in C, da der geringste Widerstand ist, herauslauffen.

§. 303. Was sollte nun wohl erfolgen, wenn sich der Heber in einem luftleeren Raume befände? Es wird nicht schwer fallen, solches auszumachen. Denn, wenn die Luft weder in A, noch in C auf das Wasser in dem Heber drucken kan: so ist leicht zu schliessen, daß das Wasser aus der Röhre BA nach der Direction BA und das Wasser aus der Röhre BC nach der Direction BC vermöge seiner Schwere heruntersincken, und der Heber also seinen Lauf nicht fortsetzen werde. Eben so und nicht anders erfolget es, wenn man einen Heber unter einen Recipienten setzt und die Luft auspumpet. Es ist aber wohl zu mercken, daß man sich dazu eines etwas hohen Hebers bedienen müsse; denn wenn er kurtz ist: so steigt das Wasser nicht nur wegen der anziehenden Kraft ziemlich hoch in die Röhre AB hinauf, indem man gemeiniglich etwas enge Röhren hiezu zu gebrauchen pflegt (§. 214.), sondern es kan auch leicht noch so viel Luft unter dem Recipienten verbleiben, welche macht, daß das Wasser durch den Heber fortläufft (§. 290.). Und aus diesen Ursachen, glaube ich, sey es gekommen, daß es verschiedene Naturkündiger nicht dahin bringen können, daß der Heber im luftleeren Raume aufgehöret hätte zu laufen. Es ist mir anfangs selbst so gegangen, da

Der Heber läufft nicht fort im luftleeren Raume.

da ich mich eines kurtzen Hebers bediente. Wenn es nun solchergestalt gewiß ist, daß das Wasser darum durch den Heber läufft, weil es von der Luft hinein getrieben wird; wenn es ferner ausgemacht ist, daß die Luft das Wasser nicht höher als 32 Schuh, das Queckſilber aber kaum 28 Zoll hoch erhalten könne; so darf kein Heber, dadurch Queckſilber lauffen soll, über 28 Zoll hoch seyn, und nicht über 32 Schuh wenn er Wasser führen soll (§. 286.). Es ist demnach eine vergebliche Bemühung der Natur, wenn einige mit Porta, vermittelst eines Hebers, das Waſſer über hohe Berge hinüber leiten wollen. Wie konnte man aber anders schlieſſen, da man die Furcht, welche die Natur für dem leeren Raum haben sollte, als die Ursache von der Bewegung des Wassers durch den Heber ansahe?

Warum einige Teiche im Sommer voll und im Winter leer sind.

§. 304. Nicht nur die Kunst, sondern die Natur selbst pflegt sich des Hebers öfters zu bedienen. Woher kömmt es, daß einige Seen und Teiche des Winters bey der starcken Regenzeit leer, im Sommer aber und bey dem trockensten Wetter mit Wasser erfüllet sind? Man wird mir zugeben, daß es viele unterirdische Canäle von verschiedener Direction gebe. Und nun wüste ich nicht, was man wider folgende Auflösung der vorgelegten Frage einwenden wollte. Es sey AB ein Teich, CDE aber ein unterirdischer

Tab. V. Fig. 70.

Ca-

Canal. So wird dieser Teich zur Regenzeit anfangs mit Wasser erfüllet; so bald aber das Wasser höher, als der Punct D liegt, angewachsen ist, so bald ist auch der unterirdische Canal CDE, welcher einen Heber vorstellet, voll Wasser. Es muß also alles Wasser bis an den Punct C aus dem Teiche durch diesen Heber herauslauffen. Da aber das Wasser im Sommer und bey trockenem Wetter nicht leicht so starck anwächst, daß es im Teiche höher als der Punct D stehen sollte: so wird alsdenn der Heber CDE nicht dergestalt mit Wasser erfüllet, daß es durch ihn aus dem Teiche herauslauffen könne; es bleibt also in dem Teiche stehen. Solchergestalt ist es möglich, daß ein Teich bey feuchtem Wetter leer, bey trockenem aber mit Wasser erfüllet seyn kan. Was ferner der Diabetes vor eine artige Erfindung sey, ist bekant. Er ist aber ebenfals nichts anders, als ein versteckter Heber.

Elasticität der Luft mit Experimenten bestätigt.

§. 305. Wer nach dem allen, was hier von dem Drucke der Luft angeführt worden, noch nicht glaubt, daß die Luft schwer sey, von dem zweifle ich, ob er jemahls davon werde überführt werden. Ich achte es demnach nicht für nöthig, mich weiter dabey aufzuhalten. Wir wollen vielmehr noch betrachten, was es mit der Elasticität der Luft für eine Beschaffenheit habe und was dieselbe für Würckungen hervorbringe. Es ist schon erwie-

wiesen worden, daß die Luft eine beständige Bemühung anwende, sich in einen gröſſern Raum auszubreiten, und daß sie sich würcklich ausbreite, so bald nur der Widerstand gehoben wird (§. 288. 289.). Will man dieses augenscheinlich zeigen: so nehme man eine Blase, drücke alle Luft heraus, das nur sehr wenig in den Falten der Blase zurückbleibt, man binde sie feste zu, hange sie unter eine gläserne Glocke auf, und pumpe die Luft aus der Glocke. So bald man anfängt die Luft auszupumpen, so bald fängt auch die Blase an aufzuschwellen, und wird immer mehr und mehr aufgeblasen, je länger man mit dem Auspumpen fortfährt. Wenn man aber wieder Luft unter die Glocke läßt: so wird die Blase wieder zusammenfallen, und in den Stand gesetzt werden, darinnen sie war, ehe man die Luft ausgepumpet hatte. Die Luft in den Falten der Blase ist von eben der Beschaffenheit, wie die Luft, die uns umgiebet. Von der Luft, die uns umgiebet, habe ich erwiesen, daß ihre Elasticität der gantzen Schwere der Luft gleich sey (§. 288.). Weil nun eben dieses von der Luft gilt, die in den Falten der Blase befindlich ist: so muß die Luft in der Blase eine beständige Bemühung anwenden, die Blase auszudehnen. So lange nun die Luft, welche die Blase von aussen umgiebet, mit der, welche sich in der Blase befindet, von einerley Art ist, so lange drückt die-

dieselbe die Blase von aussen so starck zusammen, als sie die eingeschlossene Luft auszudehnen sucht; wenn man aber anfängt die äussere Luft wegzupumpen, so wird sie durch das Auspumpen verdünnet (§. 290.), und ihre Elasticität geschwächet. Wenn nun solchergestalt die Elasticität der in der Blase eingeschlossenen Luft stärcker ist, als die Elasticität der äussern; wenn ferner die Bewegung allemahl nach der Direction der stärckern Kraft erfolget (§. 28.): so ist nichts natürlicher, als daß die in der Blase befindliche Luft die Blase ausdehnet, und zwar desto stärcker, je mehr die äussere Luft, welche die Blase umgiebet, verdünnet worden ist. Daß aber die Luft desto weniger Elasticität besitze, je mehr sie verdünnet wird, ist leicht zu erweisen. Ist die Luft dünner als die äussere, so uns umgiebet: so würde sie von der Schwere der äusseren Luft noch stärcker zusammengedruckt werden (§. 287.). Weil sie nun solchergestalt dem Drucke der äussern Luft nicht vollkommen widerstehen kan; so muß ihre Elasticität geringer seyn, als die Schwere, und folglich auch geringer, als die Elasticität der äussern Luft. Weil sich nun die Luft in der Blase ausdehnet, und sich also in einen grössern Raum ausbreitet: so wird dadurch ihre Elasticität geringer, als die Elasticität der äussern Luft. Was ist es also Wunder, daß die Blase wieder zusammenfällt, wenn aufs neue wis-

wieder Luft unter die Glocke gelassen wird?

Experimente von der Elasticität der Luft.

§. 306. Hieraus wird man nun viele andere Fälle beurtheilen können z. E. wenn man eine gläserne Kugel A nimmt, welche mit einer Röhre versehen, die Röhre ins Wasser steckt, und die Luft von aussen hinwegpumpet: so wird sich die Luft in der gläsernen Kugel ausdehnen, und unter der Gestalt der Blasen aus der Eröffnung der Röhre C herausfahren (§. 305.). Und weil dadurch die Luft in der Kugel sehr verdünnet, und ihre Elasticität geschwächet wird; so wird die äussere Luft durch ihren Druck das Wasser in die Kugel hineintreiben müssen, wenn man wiederum Luft in die Glocke läßt. Man nehme ein Glas AB, stecke eine Röhre C hinein, welche bey nahe bis an den Boden des Glases reichet, der Röhre gibt man oben in C eine kleine Eröffnung, das Glas aber wird halb voll Wasser gefüllt. Wenn es nun wohl verwahret ist, daß zwischen der Röhre keine Luft in das Glas kommen kan: so setzt man es unter eine gläserne Glocke, und pumpet die Luft aus. Die äussere Luft druckt, nachdem sie verdünnet worden, nicht so starck durch die Eröffnung der Röhre auf das Wasser, als die Luft in dem Glase durch ihre Elasticität auf das Wasser drücket. Es muß also die in dem Glase befindliche Luft durch ihre Ela-

Tab. V. Fig. 72.

Tab. V. Fig. 71.

Elaſticität verurſachen, daß das Waſſer durch die Röhre C heraus ſpringet.

§. 307. Weil ſich die Luft von der Wärme ausdehnet: ſo muß ſie durch die Wärme eine ſtärckere Bemühung bekommen, ſich auszudehnen (§. 263.). Derowegen wird die elaſtiſche Kraft der Luft durch die Wärme vermehret. Daher kommt es, daß eine Blaſe, worinnen ein wenig Luft iſt, ſehr ſtarck aufgeblaſen wird, wenn man ſie über ein Kohlenfeuer hält; hingegen wieder zuſammenfällt, wenn man ſie wieder kalt werden läßt. Die äuſſere Luft druckt mit ihrer gantzen Schwere auf die Blaſe. Da ſie ſich nun dem ohngeachtet dennoch weiter ausdehnt: ſo muß durch die Wärme die Elaſticität der in der Blaſe befindlichen Luft ſtärcker geworden ſeyn, als der Druck der äuſſern Luft. Weil ſie aber wieder zuſammenfällt, nachdem ſie kalt geworden: ſo muß die Kälte die Elaſticität der Luft ſchwächen. Wie nun hieraus erhellet, daß man durch Hülfe der Wärme, die Luft aus einem Gefäſſe herausjagen könne: ſo kan man auf dieſe Art faſt alle die Würckungen hervorbringen, welche man vermittelſt der Luftpumpe zu zeigen gewohnt iſt. Da nun z. E. die Luft das Waſſer in eine hohle Kugel hineintreibt, nachdem die innere Luft aus der Kugel herausgepumpt worden: ſo iſt leicht zu erachten, daß das Waſſer ebenfals in die Kugel hineindringen müſſe, wenn man die Luft

Die Elaſticität der Luft wird durch Wärme vermehrt.

durch die Wärme herausjaget, die Eröffnung der Röhre ins Wasser setzet und darinnen kalt werden lässet (§. 306.). Das Wasser wird Tab. V. aus dem Glase durch die Röhre hinausspringen müssen, wenn man die Luft über dem Wasser erhitzt, und dadurch ihre Elasticität vermehret. Man wird ferner urtheilen können, warum man einen Mörser mit einem Weinglase aufheben könne. Denn wenn man auf den Mörser ein mit warmen Wasser befeuchtetes Leder legt, das Weinglas über das Licht hält, es auf das Leder druckt und kalt werden läßt: so kan man den Mörser vermittelst des Weinglases in die Höhe heben. Denn, weil durch die Wärme die Luft aus dem Weinglase herausgejagt wird: so ist es eben so viel, als wenn die Luft aus dem Glase herausgepumpt wäre. Wir haben aber oben gesehen, daß die Luft durch ihren Druck ein starckes Zusammenhängen derer Cörper verursachet, wenn man sie zwischen ihnen wegpumpet. Und wenn man den Druck der Luft gegen den Mörser berechnet: so findet sich, daß er starck genug sey denselben zu tragen. Es gehet aber das Weinglas so gleich von dem Mörser loß, so bald man etwas Luft darunter lässet. Eben diese Beschaffenheit hat es auch mit dem Schröpfen. Fig. 71.

Von dem Zusammenhängen

§. 308. Nun ist man im Stande das Zusammenhängen zweyer glatten Marmor zu beurtheilen. Ich habe bereits oben gedacht, daß

daß zwey Marmor sehr starck zusammenhängen, wenn man sie über dem Feuer erwärmet, mit ein wenig Unschlit beschmieret, sie an einander drückt, und kalt werden läßt Das vorher angeführte Experiment war allein hinreichend genug, die Naturkündiger dahin zu verleiten, daß sie diese Würckung dem Drucke der Luft zuschrieben. Wenn ein Weinglas und ein Mörser durch den Druck der Luft so starck zusammenhängen, wenn man vermittelst der Wärme die Luft aus dem Weinglase herausjaget, warum solten nicht auch zwey Marmor zusammenhängen, wenn man die Luft durch das Feuer zwischen ihnen hinweggetrieben hat? Allein ist denn zwischen beyden Marmorn eine Höle, so wie hier in dem Weinglase befindlich daraus die Luft vermittelst der Wärme vertrieben werden kan? oder hängen sie nicht desto besser zusammen, je glätter sie sind und je genauer sie also auf einander passen. Gesetzt aber auch, daß die Luft durch ihren Druck ein Zusammenhängen der Marmor verursachte; so folgt doch nicht daß sie die vornehmste vielweniger die einzige Ursache davon sey. Dieses würde nur alsdenn statt haben, wenn die Kraft, mit welcher die Marmor zusammenhängen, nicht grösser wäre als der Druck der Luft. Es muß ja die Würckung der Ursache, welche sie hervorbringt, jederzeit gleich seyn. Da nun aber das Zusammenhängen der Marmor jederzeit gen der Marmor

gröſſer befunden wird, als der Druck der Luft: so ist mehr als zu gewiß, daß die Luft nicht die eintzige Ursache von dieser Würckung seyn könne. Die Guerickischen Halbkugeln hangen wegen des Drucks der Luft zusammen, sie fallen aber auch von einander, wenn man die äussere Luft wegpumpet. Nun hänge man die Marmor unter einem Recipienten auf. Man pumpe die Luft mit aller Sorgfalt hinweg: so wird man vergeblich erwarten, daß sie von einander gehen, wenn sie recht an einander gesetzt worden sind. Damit man aber desto weniger zweifle, daß nicht alles Zusammenhängen der Cörper von dem Drucke der Luft herrühre: so habe ich zwey bleyerne Cylinder im Diameter 1 Zoll nach Rheinländischem 12theiligem Maasse an der Grundfläche mit einem Messer glatt gemacht, und in einer Presse fest auf einander drucken lassen. Der Druck der Luft gegen diese Grundfläche beträgt höchstens 11 Pfund (§. 291.). Ich brauche aber 73 Pfund diese beyde Cylinder von einander zu reiſſen. Und doch hatten sie einander nicht in der gantzen Grundfläche berührt.

Die Elasticität der Luft wird durch Zusammendrücken vermehrt.

§. 309. Wie die Elasticität der Luft durch die Wärme vermehret werden kan, so läßt sich dieselbe auch durch Zusammendrücken gröſſer machen. Wir haben hiebey weiter nichts zu thun, als daß wir dasjenige bey der Luft wieder anbringen, was oben von dem

Zu-

Zusammendrucken eines elastischen Cörpers überhaupt erwiesen worden ist. Ich habe aber dargethan daß die Elasticität eines Cörpers der Kraft, welche ihn zusammendruckt, jederzeit gleich sey (§. 61.). Hieraus folgt also, es müsse die Elasticität der Luft desto gröſſer seyn, je stärcker sie zusammengedruckt wird.

Nach welcher Proportion die Luft zusammengedrückt wird.

§. 310. Es ist ferner erwiesen worden, daß die Raume, in welche ein elastischer Cörper zusammengedruckt wird, sich verkehrt verhalten, wie die Kräfte, welche den Cörper zusammendrücken (§. 69.). Alles dieses muß auch von der Luft gelten, und wird durch die Erfahrung genau bestätiget. **Mariotte, Hamberger** und andere haben es versucht. Ich will hier nur anführen, wie der letztere die Sache befunden. Er hat eine gläserne Röhre an dem einem **Ende** D zugeschmoltzen, und dergestalt gebogen, daß die beyden Enden ABCD einander parallel gewesen Diese Röhre hat er an die Wand befestigt, daß sie perpendicular daran gestanden. Nachdem dieses geschehen, hat er die kurtze Röhre CD in 14. die lange AB aber in 40. Pariser Zolle eingetheilt. Wenn man nun in die lange Röhre Queckſilber gießt: so druckt es durch seine Schwere die Luft in der kurtzen Röhre CD zusammen und vermehrt zugleich ihre Elasticität. Daher dergleichen Röhre nicht allzudünne seyn darf, wenn sie nicht durch die Gewalt der zusammengedruckten Luft soll zer-

Tab. V. Fig. 73.

sprenget werden (§. 309.). Nach welcher Proportion das Zusammendrücken der Luft geschehen sey, wird man sich am füglichsten aus folgender Tabelle vorstellen können:

Die Höhe des Queckſilbers in der langen Röhre.	Die Höhe des Queckſilbers in der kurtzen Röhre.	Der Raum der in der kurzen Röhre eingeſchloſſenen Luft.
0	0	14
$3\frac{3}{25}$	1	13
$6\frac{7}{12}$	2	12
$10\frac{1}{2}$	3	11
15	4	16
$20_{1}\frac{5}{8}$	5	9
$26\frac{5}{8}$	6	8
$34\frac{1}{2}$	7	7

Hieraus erhellet unter andern, daß das Queckſilber einen Zoll hoch in die kurtze Röhre hineingestiegen, wenn es in der langen 3_{25}^{3} hoch steht. Weil nun 1 Zoll hoch Queckſilber in der kurtzen Röhre mit eben ſo viel Quectſilber in der langen die Wage hält (§. 148.), diejenigen Kräfte aber, welche einander entgegengesetzt und gleich ſind, einander verhindern (§. 27.): ſo muß man einen Zoll von der Höhe des Queckſilbers in der langen Röhre abzieben, wenn man die Höhe des Queckſilbers finden will, welches die Luft in der kurtzen Röhre zuſammen-

mendruckt. Wenn man nun 1 von $3\frac{1}{28}$ abzieht: so bleiben $2\frac{1}{28}$ übrig; derowegen ist die Höhe des Quecksilbers, welches die Luft in der kurtzen Röhre zusammendrückt, $2\frac{2}{28}$; weil aber die Luft ihr selbst gelassen bereits von der gantzen über ihr stehenden Luftsäule zusamgedrückt ist, und da diese Luftsäule in dem gegenwärtigen Falle eben so starck gedrückt hat, als eine Quecksilbersäule, welche $27\frac{1}{2}$ Zoll hoch ist (§. 286.): so findet man die Kraft, welche die Luft in der kurtzen Röhre zusammendrückt, wenn man zu $2\frac{1}{28}$ noch $27\frac{1}{2}$ addiret. Dieses machet zusammen $29\frac{32}{112}$ oder $29\frac{8}{11}$. Wenn man nun schliesset, wie sich der Druck der Luft und des Quecksilbers in der langen Röhre zusammengenommen zum Druck der Luft alleine verhält: so verhält sich der Raum, welchen die Luft in dem leztern Falle erfüllet, zu dem Raume, den sie in dem erstern Falle einnimmt: so bekömmt man folgende Proportion: $29\frac{8}{11} : 27\frac{1}{2} = 14 : 13$. Derowegen bestätigt die Erfahrung, daß die Raume, in welche die Luft zusammengedruckt wird, sich verkehrt verhalten wie die Kräfte, welche sie zusammendrücken. Will man sich von der Richtigkeit der gegebenen Proportion versichern: so darf man nur die beyden äus-

ersten Glieder mit einander multiplici-ren: so kommt 385 heraus, multiplicirt man nun die beyden mittleren mit einander: so bekommt man eben so viel. Es ist aber dieses eine Eigenschaft einer richtigen Proportion, daß das Product der äussern Glieder dem Product der mittlern einander gleich ist (§. 81. Ar.). Ob es nun gleich seine Richtigkeit hat, daß die Luft von einer doppelten Kraft doppelt, und von einer dreyfachen dreymahl so starck zusammengedruckt wird: so hat diese Proportion doch bey einer sehr grossen Zusammendrückung der Luft nicht mehr statt. Denn sie wird endlich, weil sie impenetrabel ist, auch von einer unendlich grossen Kraft nicht weiter können zusammengedruckt werden. Sie müßte ja endlich in nichts verwandelt werden, wenn dieses seyn solte. Wer wolte sich aber überreden, daß dieses möglich wäre?

Von der Wind-Büchse.

§. 311. Aus dem, was vorher gesaget worden, wird man ohne grosse Schwierigkeit abnehmen können, daß die Elasticität der Luft gantz ungemein vermehret werden müsse, wenn man viele in einen engen Raum hineinbringt, das ist, wenn man sie starck zusammendrückt (§. 309. 310.). Man darf nur durch die Röhre des oben (§. 306.) beschriebenen Glases hineinblasen, damit die Luft über dem Wasser zusammengedrückt und ihre Elasticität vermehret werde: so wird sie stärcker auf das

Tab. V. Fig. 71.

Wasser

Wässer drücken, als die äussere widerstehen kan. Solchergestalt muß das Wasser zu der Röhre herausspringen. Nimmt man an statt des Glases einen meßingenen Cylinder, welchen man auf die Luftpumpe schrauben kan: so kan man die Luft in dem Cylinder durch die Luftpumpe zusammendrücken. Wenn man dieses thut: so treibt die zusammengedrückte Luft das in dem Cylinder befindliche Wasser mit einer grossen Gewalt zu der Eröffnung desselben heraus. Und wer wolte alle Fälle anführen, in welchen die zusammengedrückte Luft eine Würckung verrichtet, welche ihrer Elasticität proportional ist? Eines der merckwürdigsten Instrumente, die dieses bestätigen, ist die Windbüchse. Es ist desto nöthiger von ihrer Beschaffenheit hier etwas zu gedencken, je mehr man dadurch pflegt in Verwunderung gesetzt zu werden. Die Figur stellt den Durchschnitt von der Windbüchse vor. AK ist der Lauft, in welchem bey K die Kugel liegt. Dieser Lauft ist mit einem andern Lauft CDRE umgeben, in welchem die zusammengedruckte Luft aufbehalten wird. MN ist eine Pumpe, in welcher sich der an der eisernen Stange befestigte Plumpstock auf und nieder bewegt. Wenn der Plumpstock herausgezogen wird: so dringt die Luft durch das unten in der Röhre bey M befindliche Loch herein, und erfüllet die Röhre MN. Treibt man nun den Stempel wieder

Tab. V. Fig. 74.

der hinein: so wird die Luft in der Röhre M N zusammengedrückt, ihre elastische Kraft wird vermehrt, sie stößt das Ventil P auf, und dringet in den äussern Lauft CDRE hinein. Weil nun das Ventil P die Luft nicht wieder heraus läst: so kan man dieselbe durch anhaltendes Pumpen in dem Laufte CDRE sehr starck zusammendrücken. Wenn man nun den Hahn los drücket: so öffnet sich das Ventil in L. So gleich dehnt sich die zusammengedrückte Luft dahin aus, und stößt die Kugel K mit einer Gewalt fort, welche der Kraft des Schießpulvers wenig oder nichts nachgiebet. Weil ferner das Ventil L sich gleich wieder verschließt: so kan man etliche mahl schiessen, ehe man nöthig hat wieder Luft einzupumpen: doch sind die nachfolgenden Schüsse immer schwächer, als die vorhergehenden.

Die Kräfte, mit welchen die Lufttheilgen einander von sich stossen, verhalten sich umgekehrt wie ihre Entfernungen.

§. 312. Hieraus erhellet zur Gnüge, mit welcher Gewalt sich die Luft ausdehnet, wenn sie zusammengedruckt worden. Die Luft kan sich nicht ausdehnen, wenn sich nicht ihre Theile von einander entfernen. Derowegen müssen die Lufttheile eine beständige Bemühung anwenden, sich von einander zu entfernen, oder, welches gleich viel ist, sie müssen vor einander fliehen. Ich sage die Kraft mit welcher die Lufttheile vor einander fliehen, nimmt in eben der Verhältniß zu, in welcher die Entfernung der Lufttheile abnimmt. Um dieses nun zu beweisen, wollen wir uns zwey

Tab. V. Fig. 75.

Würf-

Würffel von gleicher Grösse vorstellen, welche eine ungleiche Menge von Luft in sich halten. Wir wollen ferner setzen, es verhalte sich die Entfernung der Lufttheilgen in dem Würffel B zu der Entfernung der Lufttheilgen in dem Würffel A wie 1. zu 2; so werden die Lufttheilgen in dem Würffel B noch einmahl so nahe beysammen seyn, als in dem Würffel A. Also wird sich die Anzahl derer Lufttheilgen, welche in der Linie HI befindlich sind, zu der Anzahl derer Lufttheile in der Linie DE verhalten, wie 2 zu 1. Derowegen muß sich die Anzahl derer Theile, welche gegen die Fläche DEFG würcken zu der Anzahl derer Theile, welche ihre Würckung gegen die Fläche HILM verrichten, verhalten wie 1 zu 4. Denn die Anzahl der Theile, welche gegen die Fläche DEFG und HILM würcken, verhalten sich wie die Quadrate derer Theile in denen Linien DE und HI. Da sich nun die Anzahl der Theile DE zu der Anzahl der Theile HI wie 1. zu 2. verhalten: so muß sich nothwendig die Anzahl der Lufttheile, welche ihre Würckung gegen die Fläche DEFG verrichten, zu der Anzahl der Lufttheile, welche ihre Würckung gegen die Fläche HILM äussern, verhalten wie das Quadrat

von

von 1 zu dem Quadrate von 2, das ist, wie 1 zu 4. Wiederum, da sich die Anzahl derer Lufttheile in der Linie DE zur Anzahl der Lufttheile in der Linie HI verhält, wie 1 zu 2: so muß sich die Menge der Luft, welche der Würffel A in sich begreift, zu der Luft, welche in dem Würffel B enthalten ist, verhalten wie der Cubus von 1. zu dem Cubo von 2, das ist, wie 1 zu 8. Solchergestalt enthält der Würffel B achtmahl so viel Luft als der Würffel A, und wenn z. E. die Luft in dem Würffel A ein Loth gewogen hätte, so würde die Luft in dem Würffel B 8 Loth wiegen mussen. Wenn die Raume, in welche die Luft zusammengedruckt wird, gleich groß sind: so verhält sich die Dichtigkeit der Luft wie die Menge der Theile, so den Raum erfüllen, Nun ist aber die Kraft, welche die Luft zusammendrückt, der Dichtigkeit der Luft jederzeit proportional (§. 309.); derowegen ist die Kraft, welche die Luft in dem Würffel B zusammendrückt, achtmahl grösser als die Kraft, welche die Luft in dem Würffel A zusammen zu drücken angewendet wird. Denn es ist die Luft in dem Würffel B 8 mahl dichter als in dem Würffel A. Wenn man sich nun ferner einbildet, daß man gegen die Flächen DG

und

und HM drücke, um der in den Würfeln A und B enthaltenen Luft den gehörigen Grad der Dichtigkeit zu geben: so ist nunmehro ausgemacht, daß sich die Kraft, mit welcher man gegen die Fläche DG drucket, zu der Kraft, welche man gegen die Fläche HM anwenden muß, verhalte wie 1 zu 8. Da nun bereits oben erwiesen worden, daß die Kraft, mit welcher sich die Luft auszudehnen sucht, der Kraft, welche sie zusammendrückt, jederzeit gleich sey: so ist offenbar, daß sich die Kraft, mit welcher die Luft in dem Würffel A gegen die Fläche DG würcket, zu der Kraft, mit welcher die Luft in dem Würffel B gegen die Fläche HM würcket sich verhalte wie 1 zu 8. Die Kraft, mit welcher die Luft gegen die Flächen DG und HM würcket, ist desto grösser, je grösser die Anzahl der Theile ist. Es ist aber diese Kraft auch der Gewalt der Lufttheilgen proportional. Denn wenn gleich eben so viel Luft in dem einen Würffel wäre, als wie in dem andern; es hätten aber die Lufttheilgen in dem einen Würffel, eine grössere Gewalt wie in dem andern: so würden sie auch eine grössere Würckung verrichten. Solchergestalt ist die Würckung der Luft gegen die Flächen DG und HM in einer

zusammengesetzten Verhältniß der Anzahl der Theile in diesen Flächen und der Würckung derselben. Die Anzahl der Theile in der Fläche DG verhält sich zur Anzahl der Theile in der Fläche HM wie 1 zu 4. Derowegen muß sich die Würckung der Lufttheile in dem Würffel A zur Würckung der Lufttheile in dem Würffel B verhalten wie 1 zu 2. Denn wenn man die beyden Verhältnisse, 1 zu 2 und 1 zu 4, mit einander multipliciret: so kommet die zusammengesetzte Verhältniß 1 zu 8, welche der Würckung der Luft in die Flächen DG und HM zukömmt, heraus. Wenn es nun solchergestalt gewiß ist, daß sich die Würckung eines Lufttheilgens in dem Würffel A, zu der Würckung eines Lufttheilgens in dem Würffel B verhält wie 1 zu 2: wenn ferner die Würckung der Luft in dem gegenwärtigen Falle darin besteht, daß sie sich auszudehnen, und also ihre Theilgen sich von einander zu entfernen suchen: so verhält sich die Kraft, mit welcher die Lufttheilgen in dem Würffel A vor einander fliehen, zu der Kraft, mit welcher die Lufttheilgen in dem Würffel B sich von einander zu entfernen bemühet sind, wie 1 zu 2. Es verhält sich aber die Entfernung der Lufttheilgen in dem Würffel B von

ein,

einander zu der Entfernung, welche die Lufttheilgen in dem Würffel A von einander haben, wie 1 zu 2. Derowegen verhält sich die Kraft, mit welcher die Lufttheilgen vor einander fliehen, umgekehrt, als wie die Entfernung der Lufttheilgen von einander. Sie wird solchergestalt desto grösser, je näher die Lufttheilgen zusammen kommen, und desto kleiner, je weiter sie von einander entfernet sind.

§. 313. Man setze die Anzahl der Theile in der Linie DE = n, die Anzahl der Theile in der Linie HI = n + r: so verhält sich die Entfernung der Theile in der Linie HI zu ihrer Entfernung in der Linie DE wie n zu n + r und die Elasticität der Luft im Würffel A zur Elasticität der Luft im Würffel B, wie $n^3 : (n+r)^3$. Diese Verhältniß ist aus der Verhältniß der Menge der gegen die Flächen DE und HI würckenden Lufttheilgen, und aus der Verhältniß der Würckungen derselben zusammengesetzt. Da nun die erstere Verhältniß ist wie n^2 zu $(n+r)^2$: so muß nothwendig die letztere seyn n zu n + r. Denn $(n+r)^2 \times (n+r) = (n+r)^3$. Allgemeiner Beweis des vorigen Satzes.

§. 314. Daß dieser Satz: die Lufttheilgen fliehen vor einander mit einer Kraft, welche sich verkehrt wie ihre Entfernungen verhält; Nöthige Erinnerung.

nur von denen Lufttheilgen gelte, welche einander am nächsten sind, ist aus der Erfahrung zu schliessen. Denn diese lehrt, daß die Elasticität der Luft unverändert bleibe, wenn nicht ihre Dichtigkeit verändert wird, es mag viel oder wenig Luft vorhanden seyn. So ist z E die Luft in einem grossen Gefässe nicht elastischer als in einem kleinen, wenn sie beyderseits gleich dichte ist. Dieses aber müßte so seyn, wenn auch die entferntesten Lufttheilgen in einander würckten. Denn so würde die Würckung vieler Lufttheilgen stärcker seyn müssen, als wenn ihrer weniger wären. Zum andern gilt dieses, daß die Luft desto elastischer sey, je näher ihre Theilgen zusammen kommen, nur alsdenn, wenn ihre Elasticität aus keiner andern Ursache vermehret wird. Denn es ist erwiesen worden, daß die Elasticität der Luft durch die Wärme vermehret werden könne (§. 307.), ohne daß die Theilgen näher an einander gebracht werden.

Wie groß die Anzahl der Zwischenräumgen in der Luft sey.

§. 315. Wir müssen noch betrachten, ob die Luft viele Zwischenräumgen habe oder nicht. Wir können das erstere leicht vermuthen, wenn wir bedencken, daß sie sehr leichte sey. Je leichter aber ein Cörper ist, desto weniger Masse und desto mehr Zwischenräumgen hat derselbe (§. 56. 58.). Damit wir aber dieses etwas genauer erkennen: so wollen wir die Luft mit dem Golde ver-

gle-

Digitized by Google

gleichen. Das Gold ist unter allen Cörpern das schwerste, denn alle schwimmen insgesamt auf dem Queckſilber, nur dieſes allein sincket darinnen zu Boden. Es ist also das Gold unter allen Cörpern der dichteste, und hat folglich die kleinsten Zwischenräumgen. Denn solten nicht die Zwischenräumgen eines Cörpers desto kleiner werden, je dichter er ist. Vielleicht hat aber das Gold gar keine Zwischenräumgen, sondern seine Materie gehet in einem fort. Allein kan das Gold nicht erwärmet werden? Wie wolte es nun warm werden, wenn das Feuer nicht hineindringe, und wie wolte das Feuer hineindringen, wenn das Gold keine Zwischenräumgen hätte? Wenn es nun also mehr als zu gewiß ist, daß sich im Golde Zwischenräumgen befinden: so fragt es sich nur, wie groß ihre Anzahl sey. Newton behauptete, daß das Gold mehr Zwischenräumgen als Theile habe, weil er sahe, daß der Magnet seine Würckung gantz frey und ungehindert äusserte, wenn man gleich den Raum, welcher zwischen ihm und dem Eisen war, das er an sich ziehen solte, mit Golde erfüllete. Wir wollen nur setzen, das Gold habe eben so viel Zwischenräumgen als Theile: so wird die Helfte des Raums, welchen das Gold erfüllet, leer, die andere Helfte aber mit den Theilen des Goldes angefüllt seyn. Weil sich nun die Schwere der Luft zur Schwere des Waſſers

verhält wie 1 zu 922 (§. 297.); weil sich ferner die Schwere des Wassers gegen die Schwere des Goldes verhält wie 1 zu $19\frac{6}{10}$ (§. 196.): so verhält sich die Schwere der Luft zur Schwere des Goldes wie 1 zu 922 multipliciret mit $19\frac{6}{10}$, das ist, wie 1 zu $\frac{9220}{10}$ multiplicirt mit $\frac{196}{10}$. Multiplicirt man nun diese beyde Brüche mit einander: so bekömmt man $\frac{1807120}{100}$. Wenn man mit 100 würcklich dividirt: so findet man, daß sich die Luft zum Golde verhalte wie 1 zu 18071, und solchergestalt ist das Gold 18071 mahl schwerer als die Luft. Nun ist die Anzahl der Theile in einem Cörper seiner Schwere jederzeit proportional, also muß ein Cubiczoll Gold 8071 mahl so viel Theilgen in sich fassen, als ein Cubiczoll Luft. Gleichwohl ist die Helfte des Raums, welchen das Gold erfüllet, ledig. Wenn es also ein vollkommen dichter Cörper wäre: so würde ein Cubiczoll Gold 2 mahl 18071, das ist, 36142 mahl mehr Theile haben, als ein Cubiczoll Luft. Gesetzt demnach, es wäre so wohl der Cubiczoll Gold, als der mit Luft erfüllete Cubiczoll in 36142. gleiche Theile eingetheilt: so würden bey dem Golde 18071, bey der Luft aber 36141 Theile des Raumes ledig bleiben. Man darf ja nur die Anzahl der Theile von dem gantzen Raume, welchen der Cörper einnimmt, abziehen, wenn man die Anzahl der Zwischenräumgen zu wissen verlangt. Die Menge der Lufttheile war

= 1

= 1 die Anzahl der Theile im Golde aber 18071. Zieht man dieses von 36142 ab: so bleibt im ersten Falle 36141, im andern aber 18071 übrig. Solchergestalt ist es gewiß, daß 36141 mahl mehr Zwischenräumgen als Theile in der Luft anzutreffen sind. Sind nun aber so viel Zwischenräumgen in der Luft, solten wohl die Lufttheilgen einander berühren? Vielleicht berühren sie einander nicht, ob sie schon vor einander fliehen. Man wird in dieser Meynung bestärckt, wenn man bedenckt, daß hier von der Luft die Rede sey, welche uns umgiebet, von einer Luft, welche von der Schwere der gantzen Atmosphäre zusammengedruckt ist, die also viel dichter ist und viel weniger Zwischenräumgen hat, als sie sonst haben würde. Wie groß muß nicht die Anzahl der Zwischenräume bey der Luft seyn, die durch Auspumpen sehr verdünnet worden, oder die sich am Ende der Atmosphäre befindet? Gewiß, ihre Theilgen können einander unmöglich berühren. Berühren sie einander nicht: so hängen sie nicht mercklich zusammen; hängen sie aber nicht mercklich zusammen; so kan die Luft der Bewegung eines Cörpers auch nicht wegen des Zusammenhängens ihrer Theile widerstehen. Sie widersteht demnach bloß wegen ihrer Materie. Der erstere Widerstand ist der Geschwindigkeit, der letztere aber dem Quadrate der Geschwindigkeit des bewegten Cörpers

proportional (§. 142. 143.). Und die Erfahrung lehret, daß die Luft zwar nach der letztern, nicht aber nach der erstern Verhältniß der Bewegung der Cörper widerstehe; sie bestätigt also, daß die Lufttheile nicht mercklich zusammenhängen. Allein, streitet dieses nicht mit der gegebenen Erklärung des Cörpers, vermöge welcher seine Theile in einer Verbindung seyn sollen? Denn hängen die Lufttheilgen nicht mit einander zusammen, wie sind sie denn mit einander verbunden, und zählt man also die Luft wohl mit Recht unter die Cörper? Ich habe hierauf nichts zu antworten, als daß man bedencke, was es heisse, die Theile eines Cörpers stehen in einer Verbindung. Ein jeder sagt, daß A und B verknüpft oder verbunden sind, wenn in B etwas ist, davon A den zureichenden Grund in sich begreift. Habe ich aber nicht erwiesen, daß die Lufttheilgen einander von sich stossen (§. 312.)? Dieses setzt eine Würckung voraus, würcken sie aber in einander: so stehen sie auch in einer Verbindung.

Die Luft dringt durch das Holtz.

§. 316. Daß die Luft durch die Zwischenräumgen des Holtzes hindurchdringe, kan man erweisen, wenn man sich einen höltzernen Recipienten machen läst, und anfängt die Luft auszupumpen. Denn es wird eine solche höltzerne Glocke zwar anfangs an den Teller der Luftpumpe angedrückt werden; allein dieses kommt bloß daher, daß die Luft

von

von aussen nicht so geschind durch die Zwischenräumgen des Holtzes hindurchdringen kan, als die innere ausgepumpt wird. Man kan es aber eigentlich hören, daß die Luft mit einem Geräusche durch das Holtz hindurchdringet. So bald sie nun in den inwendigen Raum der Glocke hineingedrungen ist, so bald geht auch die Glocke von dem Teller der Luftpumpe loß (§. 289.).

Wie groß die Lufttheilgen sind.

§. 317. Müschenbroeck hat die Luft in einem Recipienten dergestalt verdünnet, daß sie das Queckſilber nicht höher als $\frac{1}{4}$ Zoll hoch durch ihre Elasticität in der Torricellianischen Röhre erhalten können. Diese verdünnete Luft ist nicht mehr im Stande gewesen, durch die Zwischenräumgen des Burbaumholtzes hindurchzudringen, ob sie sich gleich frey durch die Zwischenräumgen des lockeren Holtzes hindurch bewegte. Hieraus hat er geschlossen, daß die Lufttheilgen kleiner werden müssen wenn die Luft zusammengedrückt wird. Denn warum wäre sonst nur die dichte Luft, nicht aber die verdünnete durch die Zwischenräumgen dieses Holtzes hindurchgedrungen? Zum andern können wir hieraus die Grösse der Lufttheilgen bestimmen. Denn als man den Diameter der Zwischenräumgen dieses Holtzes, durch welches die verdünnete Luft nicht mehr hindurchdringen wolte, durch ein Vergrösserungsglas mit dem Diameter eines Haares verglich: so fand man, daß

sich jener zu diesem verhielt wie 1 zu 10. Derowegen verhält sich dergleichen Zwischenräumgen zu der Dicke eines Haares wie 1 zu 100. Wenn also die Luft so sehr verdünnet ist, daß ihre Elasticität das Queckſilber nur $\frac{1}{4}$ Zoll hoch zu erhalten vermag: so muß ein Lufttheilgen im Durchschnitt nicht viel grösser seyn als $\frac{1}{1000}$ von der Dicke eines Haares. Weil aber die Luft von einer doppelten Kraft in einem doppelt kleinern Raum zusammengedruckt wird (§. 310.): so muß sie 37 mahl mehr zusammengedrückt gewesen seyn, als diese gewesen, wenn sie von der gantzen über ihr stehenden Luftsäule beschwert worden. Denn der Druck der Luft ist so groß als die Schwere einer Queckſilbersäule, welche 28 Zoll hoch ist (§. 291.). Und 28 Zoll machen $2\frac{12}{4}$ Zolle aus, wovon $\frac{3}{4}$ Zoll etwas mehr als der 37ste Theil ist. Ziehet aus 37 die Cubicwurtzel aus: so findet ihr dieselbe $= 3\frac{1}{10}$. Wenn man nun annehmen wolte daß sich die Räume in welche die Lufttheilgen zusammengedruckt würden umgekehrt wie die Kräfte verhielten welche sie zusammendrückten: so verhielte sich der Diameter eines Theilgens von der Luft wie diejenige ist, welche uns jederzeit umgiebet, zum Diameter eines Lufttheilgens, welches 37 mahl grösser ist, wie 1 zu $3\frac{1}{10}$. Weil sich nun der Diameter eines solchen ausgedehnten Lufttheilgens zum Diameter eines Haares verhält wie 1 zu 10:

so

so müste sich der Diameter eines Theilgens von der Luft, die uns umgiebt, zum Diameter eines Haares verhalten wie 1 zu 33. Ohngefehr 600 Haare machen die Länge eines Zolles. Derowegen müsten 33 mahl 600 das ist 19800 Lufttheilgen auf einen Zoll gehen. Es wäre also der Diameter eines Lufttheilgens $\frac{1}{19800}$ von einem Zolle, oder der 198ste Theil von einem Scrupel. Es läst sich aber die Luft noch stärcker zusammendrücken, als sie von einer Queckſilbersäule, welche 28 Zoll hoch ist, zusammengedrückt werden kan. Boyle hat sie schon 30, Hales 38, und Halley 60 mahl dichter gemacht.

Der Druck der Luft kan Wasser und Queckſilber in die Zwischenräumgen des Holtzes hineintreiben.

§. 318. Wenn man auf einen Recipienten welcher oben offen ist, eine höltzerne Schüssel anküttet, die Schüssel voll Wasser giesset, und die Luft aus dem Recipienten herauspumpet: so wird durch den Druck der auf dem Wasser liegenden Luft das Wasser durch das Holtz hindurch getrieben werden, und in den leeren Recipienten hineinlauffen. Ich habe nicht nöthig, weitläuftig zu zeigen, wie dieses zugehe. Denn es wird niemand, der das vorhergehende mit Bedacht gelesen, zweifseln, daß dieses eine Würckung sey, welche dem Drucke der Luft zuzuschreiben ist. Allein eben deswegen möchte man sich wundern, warum dieses Experiment nur mit Wasser, nicht aber mit Queckſilber angehet. Denn, wenn man gleich Queckſilber in die höltzerne

Schüssel giesset und die Luft auspumpet; so läuft dennoch das Queckſilber nicht durch das Holtz in den Recipienten. Wer mit dem Queckſilber viel umgehet, wird nicht darauf verfallen, daß es nicht ſubtil genug seyn ſolte in die Zwiſchenräumgen des Holtzes hineinzudringen. Durchdringt es doch die Metalle, welche viel dichter ſind, und alſo viel kleinere Zwiſchenräumgen haben als das Holtz. Es muß demnach eine andere Urſache haben, warum das Queckſilber nicht ſo, wie das Waſſer, von dem Drucke der Luft durch das Holtz hindurchgetrieben wird. Es wird auch nicht ſchwer fallen, die Urſache davon zu entdecken, wenn wir uns nur erinnern, daß das Queckſilber, ihm ſelbſt gelaſſen, nicht in die Zwiſchenräumgen des Holtzes hineindringe (§. 226.). Iſt aber dieſes: ſo befindet ſich jederzeit Luft zwiſchen dem Queckſilber und dem Holtze. Es kan alſo die Luft zwiſchen dem Queckſilber und dem Holtze hindurchdringen, ohne das Queckſilber in die Zwiſchenräumgen des Holtzes hineinzutreiben. Man ſieht alſo zugleich, worauf es ankömmt, wenn das Queckſilber durch den Druck der Luft in das Holtz getrieben werden ſoll. Man darf nur verhindern, daß ſich zwiſchen dem Queckſilber und dem Holtze keine Luft aufhalten kan. Wenn man daher Waſſer und Queckſilber zugleich in die höltzerne Schüſſel gieſſet, damit ſich das Waſſer zwiſchen das

Holtz

Holtz und Queckſilber ſetzen könne, und den Stempel in der Luftpumpe bey verſchloßnem Hahne herauswindet, damit auf einmahl ein luftleerer Raum unter dem Recipienten hervorgebracht werde: ſo wird das Queckſilber eben ſo, wie vorher das Waſſer, von dem Drucke der Luft in die Zwiſchenräumgen des Holtzes hineingetrieben werden.

Die Luft iſt in den Zwiſchenräumgen der flüßigen Materien anzutreffen.

§. 319. Die Luft iſt von leichterer Art als die meiſten andern flüßigen Materien, welche in die Sinne fallen, als Waſſer, Milch, Wein, ſpiritus vini u. ſ. w. Nun aber dringt eine flüßige Materie von leichterer Art in die Zwiſchenräumgen eines Cörpers hinein (§. 221.). Dieſes geht mit der Luft deſto leichter an, je weniger das Zuſammenhängen ihrer Theile dieſer Bewegung widerſtehet. Solchergeſtalt muß ſich die Luft in die Zwiſchenräumgen der gröbern flüßigen Materien hineinbegeben, und ſich mit ihnen vermiſchen. Daher wird es uns nicht befremden, daß man die Gegenwart der Luft in allen dieſen Cörpern durch Verſuche entdecket hat. Es lehret aber die Erfahrung hievon folgendes. Wenn man ein Glas mit kalten, und ein ander Glas mit warmen Waſſer unter den Recipienten ſetzet und die Luft auspumpet: ſo wird ſich eine Menge Luftblaſen ſo wohl in dem kalten als warmen Waſſer zeigen, und darinnen in die Höhe ſteigen. Allein die Blaſen werden im warmen Waſſer gröſſer

ſeyn

seyn und schneller in die Höhe steigen, als im kalten, dergestalt daß die obere Fläche des warmen Wassers eben so unruhig wird, als wenn es kochte. Dergleichen wiederfähret auch dem Urine, wenn man ihn so warm unter den Recipienten bringt, wie er aus der Blase gelassen wird; da sich hingegen wenig Luft darinnen zeigt, wenn er kalt ist. Daß im warmen Wasser mehr Luft seyn solte, als im kalten, kan darum nicht statt haben, weil wir wissen, daß die Luft durch die Hitze aus dem Wasser herausgetrieben werde (§. 363.). Es muß demnach der Unterscheid bloß darinnen zu suchen seyn, daß die Luft aus dem warmen Wasser leichter als aus dem kalten herausgehen kan. Die Luft, welche sich in den flüßigen Materien befindet, ist entweder gar dichter, oder sie ist zum wenigsten eben so dichte als die äussere. Solchergestalt sind die Zwischenräumgen des Wassers nicht anders anzusehen, als wenn sie lauter kleine mit Luft erfüllte Blasen wären. Von dergleichen Blasen ist erwiesen worden, daß sich die Luft in ihnen ausdehne; wenn die äussere hinweggenommen wird (§. 305.). Man begreift also wohl, daß dieses auch mit der Luft erfolgen müsse, welche in den Zwischenräumgen der flüßigen Materien angetroffen wird. Dehnt sich nun die Luft aus: so treibt sie desto mehrere Wassertheilgen aus der Stelle, je stärcker sie sich ausdehnet. Sie wird demnach

nach desto stärcker von dem Wasser gedrückt, und muß folglich in ihm in die Höhe steigen (§. 175.). Hier hat es nun freylich das Ansehen, als müsse dieses eben so wohl im kalten, als im warmen Wasser erfolgen, wie es denn auch würcklich geschiehet. Allein, weil sich die Luft von der Wärme ausdehnet (§. 263.): so wird die Luft im warmen Wasser stärcker als im kalten ausgedehnt. Sie bewegt sich also in dem ersteren geschwinder als in dem letzteren, ja es steigt manches Luftbläsgen in dem warmen Wasser in die Höhe, das im kalten zurücke geblieben wäre. Hiezu kommt noch dieses, das Feuer verhindert durch seine Gegenwart, daß sich die Wassertheilgen in gnugsamen Puncten berühren. Wenn nun aber dieses nicht geschiehet: so hangen die Theilgen des warmen Wassers nicht so starck als die Theilgen des kalten zusammen (§. 189.). Es wird demnach der Bewegung der Luft im kalten Wasser mehr als im warmen widerstanden. Es ist aber bekannt, daß die Bewegung desto langsamer geschiehet, je grösser der Widerstand ist. Hieraus erhellet also, warum die Luft häuffiger und geschwinder im warmen als im kalten Wasser in die Höhe steiget. Eben dieses geschieht mit dem warmen Blute und der warmen Milch, sonderlich aber giebt die letztere in dem luftleeren Raume eine solche Menge von Luftblasen, daß sie bey nahe gantz

aus

aus dem Gefässe herausläufft. Denn weil die Milch zäher ist als das Wasser oder der spiritus vini: so zerplatzen die Blasen hier nicht so geschwinde, als bey dem Wasser. Sie häuffen sich vielmehr, und machen, daß die Milch aus dem Gefässe herausläufft.

Wie die Luft in die flüßigen Materien hineinkommet.

§. 320. In das Blut, die Milch und den Urin, wird die Luft sonder Zweifel durch Essen und Trincken hineingebracht. Denn es pfleget sich in allen denen Speisen, welche wir geniessen, Luft aufzuhalten. Will man aber sehen, wie sich die Luft mit andern flüßigen Materien vermischt: so muß man nach dem Exempel des Mariotte Wasser oder spiritum vini von Luft reinigen, welches theils durch Kochen, theils vermittelst der Luftpumpe geschehen kan. Füllt man nun mit solchen von Luft gereinigten Wasser oder spiritu vini eine gläserne Kugel, und läßt eine Luftblase darüber: so wird sich dieselbe unvermerckt verlieren, und die flüßige Materie wird alsdenn die gantze Kugel erfüllen. Diese Luft kan nicht durch das Glas hindurch gedrungen seyn, sie kan auch nicht im Wasser niedergestiegen seyn, weil sie leichter ist als das Wasser. Wo wolte sie also hingekommen seyn, wenn sie sich nicht in die Zwischenräumgen der flüßigen Materie hinein begeben hätte? Man sieht aber auch zugleich die Ursache, warum die Luft geschwinder in den spiritum vini als in das Wasser hin-

hineindringet. Denn die Theilgen des ersten hangen nicht so starck als die Theilgen des letztern zusammen, und also widersteht der spiritus vini dem Hineindringen der Luft weniger, als das Wasser. Wenn man diesen Versuch anstellt: so wird man ferner daraus erkennen, daß eine flüßige Materie nur einen gewissen Theil Luft anzunehmen geschickt sey. Denn wenn man es auf die gedachte Weise dahin gebracht hat, daß sich verschiedene Luftblasen mit dem Wasser oder spiritu vini vermenget haben: so wird man finden, daß sich die Luft anfangs geschwind, hernach aber langsam, und auf die letzt gar nicht mehr mit den flüßigen Materien vermischet. Es kan sich freylich keine Luft mehr mit dem Wasser vermischen, wenn seine Zwischenräumgen bereits alle damit erfüllet sind.

Luft in festen Cörpern.

§. 321. Wer da bedencket, was die Ursache sey, warum die Luft in die Zwischenräumgen der flüßigen Materien hineindringt: der wird finden, daß dieses von den festen Cörpern eben so wohl als von den flüßigen gelten müsse. Es hängt sich also die Luft auch an die festen Cörper an, und dringt in ihre Zwischenräumgen, wenn sie groß genug sind, hinein. Denn in diesem Fall hat es mit der Luft fast eben die Beschaffenheit als mit dem Feuer, welches wegen der ungemeinen Subtilität seiner Theile alles durchdringet. Weil aber doch die Luft nicht aus so kleinen Theilgen,

gen, wie das Feuer, zusammengesetzt ist (§. 275.); so findet man auch viele Cörper in deren Zwischenräumgen die Luft nicht hineinzudringen vermögend ist. Das Mehl ist ein sehr lockerer Cörper, und hat daher grosse Zwischenräumgen, welche nothwendig mit Luft erfüllet seyn müssen. Da sich nun auch Luft in dem Wasser befindet, und ein Teig aus Mehl und Wasser zusammengesetzt ist: so muß in demselben sehr viele Luft enthalten seyn. Man sieht also die Ursache, warum er so starck aufschwellet, wenn man ihn unter einen Recipienten bringt, und die Luft auspumpet. Denn es hat damit keine andere Beschaffenheit, als mit dem Aufschwellen der Blase, worinnen ein wenig Luft ist (§. 305.). Und eben daher erkennet man, warum er wieder zusammenfällt, wenn man Luft unter den Recipienten lässet. Da es ferner einerley ist, ob sich die Luft ausdehnet, wenn die äussere weggepumpet wird, oder ob sie von der Wärme ausgedehnt wird (§. 307.); und das letztere geschieht wenn aus dem Teige Brodt gebacken wird: so muß auch in diesem Falle der Teig von der Wärme aufschwellen, und dieses ist die Ursache, warum so grosse Luftlöcher in dem Brodte angetroffen werden.

Luft in Holtze und den Früchten.

§. 322. Verlanget man die Luft zu sehen, welche in einigen festen Cörpern verborgen ist: so darf man sie nur in solch Wasser le-

gen,

gen, welches von der Luft gereinigt worden, und die Luft auspumpen: so wird eine grosse Menge von Blasen aus ihren Zwischenräumgen herausfahren, und in dem Wasser in die Höhe steigen. Dieses geschieht bey dem Holtze und bey allen Arten der Früchte. Was insonderheit das Holtz betrifft: so wird nicht nur die Luft durch das Auspumpen daraus vertrieben; sondern wenn man wieder Luft unter die Glocke läst: so wird durch den Druck derselben das Wasser in die leeren Zwischenräumgen des Holtzes hineingetrieben. Wenn dieses geschehen ist: so nimmt man eine doppelte Veränderung bey dem Holtze wahr. Einmahl, daß es untersinckt, da es vorher auf dem Wasser schwamm. Zum andern, daß es durchsichtig wird, wenn es nicht gar zu dicke ist. Dieses zeigt sich auch bey denen Früchten. Denn wenn man einen Apfel schälet, ihn in Scheiben zerschneidet, die Luft auspumpet, und ihn hernachmahls im Wasser liegen läßt, damit dieses in ihn hineindringen könne: so wird der Apfel gantz durchsichtig, und weich werden. Die Ursache, warum diese Cörper durchsichtig werden, wird sich unten bey der Betrachtung des Lichts geben lassen, da wir sehen werden daß ein Cörper durchsichtig werde, wenn seine Zwischenräumgen mit einer Materie erfüllt werden, die mit dem Cörper bey nahe eine Dichtigkeit hat. Daß aber der Apfel weich

wird, kommt daher, weil das Wasser seine Theile von einander trennt, und also die Anzahl der Berührungspuncte und folglich das Zusammenhängen der Theilgen vermindert (§. 189.).

Thiere sterben im luftleeren Raume.

§. 323. Weil die Luft zu dem Athemholen der Thiere unumgänglich nöthig ist: so müssen alle Thiere in einem luftleeren Raume sterben, welche nicht ohne Athem zu holen leben können. Es kommt aber noch eine andere Ursache hiezu, welche ihren Tod nicht nur befördert, sondern ihn auch schmertzhafter macht. Solches ist die Luft, die sich in dem Blute und den übrigen Säften, ingleichen in der Höle der Brust und des Unterleibes befindet. Diese dehnt sich aus, wenn die äussere weggepumpt wird. Daher schwellen die Adern und der gantze Leib auf, und die Nerven werden auf eine empfindliche Art gedehnet. Man kan dieses Aufschwellen der Adern am allerbesten an einem Caninichen wahrnehmen, weil dieses durchsichtige Ohren, und die Adern frey liegen hat. Es sterben nun zwar die Thiere meistentheils in einem luftleeren Raume an Convulsionen, auf eben die Art, wie ein gehenckter; doch zeigt sich in zufälligen Dingen einiger Unterscheid. Die Vögel sterben gemeiniglich eher als die vierfüßigen Thiere, weil sie eine zärtere Structur als diese haben. Unter den vierfüßigen Thieren sterben die Katzen sehr schwer, und in-

insonderheit die jungen mehr als die alten, weil die Blutgefässe der jungen Thiere viel beugsamer sind, und der Ausdehnung der Luft mehr nachgeben können als bey den alten. Daß es mit dem Tode der Fische und Frösche so schwer hergehe, ist desto weniger zu verwundern, da diese Thiere in dem Wasser ohne Luft leben können. Dem ohngeachtet dehnt sich die Luft, welche in ihnen ist, sehr starck aus, und die Frösche werden von der inwendigen Luft dergestalt aufgeblasen, daß man auch bemerckt haben will wie sie bisweilen zerplatzen. Ich habe niemahls bey den Fröschen Convulsionen wahrgenommen, wenn sie sich im luftleeren Raume befunden haben; sondern sie haben gantz stille gesessen wenn sie gestorben sind. Denn weil sie die Luft nicht zum Athemholen gebrauchen: so wird auch durch die Beraubung derselben nicht eine so grosse Veränderung in dem Umlauffe des Bluts wie bey andern Thieren hervorgebracht. Indessen wird doch der Umlauff des Geblüts wegen der starcken Ausdehnung der Blutgefässe immer langsamer, bis er endlich allmählig aufhöret. Bey denen Fischen ist dieses merckwürdig, daß sie gleich anfangen in dem Wasser in die Höhe zu steigen, und mit dem Rücken darauf schwimmen, wenn die Luft ausgepumpt wird. Wollen wir die Ursache davon finden: so dürfen wir nur bedencken, daß ein Fisch eine mit Luft erfüllete Blase im

Leibe habe deren er sich zum Schwimmen bedienet. Wird nun die Luft ausgepumpt: so dehnt sich die Luft in der Fischblase aus, der Fisch wird von leichterer Art als das Wasser, und steigt also auch wider seinen Willen in dem Wasser in die Höhe. Weil ferner die Luftblase unten in dem Bauche des Fisches liegt, und diese, wenn sie sich ausdehnet, so weit aus dem Wasser herausgehet, als sie kan; so kommt der Fisch auf den Rücken zu liegen. Es hat demnach hiermit eben die Beschaffenheit, als wenn man einen Stein an eine Blase binden wolte: so würde der Stein in dem Wasser den untersten, die Blase aber den obersten Ort einnehmen.

Von den Cartesianischen Teufeln.

§. 324. Ehe wir die Betrachtung der Luft beschliessen, müssen wir noch etwas von den Täucherlein, oder Cartesianischen Teufeln sagen. Sie werden von Glase gemacht, sind inwendig in dem Bauche hohl, und haben in dem Fusse oder sonst eine kleine Eröffnung, welche mit der Höhle des Bauchs Gemeinschaft hat. Will man einen Versuch mit ihnen anstellen: so wirft man sie in ein Glas Wasser. Ist nun das Täucherlein nur ein klein wenig leichter als das Wasser: so taucht es sich bey nahe völlig darinnen ein. Es wird hierauf das Glas gantz voll Wasser gegossen, und nachdem dieses geschehen, mit einer Blase zugebunden. Wenn man nun mit dem Finger auf die Blase drückt:

so

so sinckt das Täucherlein in dem Wasser unter; so bald man aber mit Drücken nachläßt, so bald steigt es auch mit dem Wasser wieder in die Höhe. Gibt nun der Zuschauer nicht darauf acht, daß derjenige, welcher das Glas hält, allemahl mit dem Finger auf die Blase drückt, wenn das Täucherlein untersinckt: so läst er sich, wenn er ein wenig einfältig ist, überreden, daß es dem Commando des andern gehorsam sey. Last uns untersuchen, wie dieses zugehet. Wenn man mit dem Finger auf die Blase, und vermittelst dieser auf das Wasser drückt, so muß das Wasser durch die in dem Täucherlein befindliche Eröffnung in den Bauch desselben hineindringen. Indem dieses geschieht: so wird die in dem Bauche befindliche Luft zusammengedruckt (§. 284.), ihre Elasticität wird vermehrt (§. 309.), und vermöge derselben verhindert sie das fernere Hineindringen des Wassers. Da aber gleichwohl etwas hineingedrungen ist: so wird das Täucherlein von schwererer Art als das Wasser ist, und sinckt folglich in demselben zu boden (§. 171.). Wenn man mit dem Drücken auf die Blase nachläßt, so dehnet sich die in dem Täucherlein befindliche Luft, welche vorher durch das hineingedrungene Wasser zusammengedrückt worden war, wieder aus. Sie stößt das Wasser, welches in das Täucherlein hineingedrungen war, durch die in demselben be-

findliche Eröffnung wieder heraus. Der vorige Zustand wird wieder hergestellt, das Täucherlein wird von leichterer Art als das Wasser, und muß folglich in demselben in die Höhe steigen. Hieraus erhellet demnach daß die Bewegung des Täucherleins mit dem Auf- und Niedersteigen der Fische eine grosse Aehnlichkeit habe (§. 180.). Nur dieser Unterscheid ist dazwischen, daß in dem Täucherlein die Luft durch den Druck des Wassers zusammengedruckt wird, welches bey der Fischblase durch die musculösen Häute, die sie umgeben, geschiehet.

Anderer Versuch mit dem Täucherlein.

§. 325. Daß aber die angegebene Ursache ihre Richtigkeit habe, kan man nicht besser erkennen, als wenn man sich eines Täucherleins bedienet, das nicht hohl inwendig ist, sondern an dessen statt an einem gläsernen hohlen Kügelgen hängt, das unten eine kleine Eröffnung hat. Denn, wenn man so viel Wasser in das Kügelgen hineinbringt, daß das Täucherlein mit dem Wasser, darin es schwimmt, bey nahe einerley Art der Schwere hat, und im übrigen verfähret wie vorhin: so wird man mit Augen sehen können, daß mehr Wasser in dem gläsernen Kügelgen ist, wenn es untersinckt, als wenn es wieder in die Höhe steigt. Hieraus aber folgt, daß es in dem ersten Falle von schwererer, in dem letztern aber von leichterer Art seyn müsse, als das Wasser. Ich habe gesagt, man müsse

ein

ein wenig Wasser in das gläserne Kügelgen hinein thun; damit das Täucherlein mit dem Wasser bey nahe einerley Art der Schwere bekäme. Dieses kan am leichtesten geschehen, wenn man das gläserne Kügelgen warm macht und alsdenn ins kalte Wasser taucht. Denn so dringt dieses von selbsten hinein.

Das 8. Capitel,

Von dem Schalle.

§. 326.

Worauf man bey dem Schalle zu sehen habe.

Bey dem Schalle kömmt viererley zu betrachten vor. Erstlich müssen wir sehen, was in dem Cörper vorgehe, welcher den Schall hervorbringt: zum andern, was die Luft dazu beytrage; zum dritten, was er in unsern Ohren für eine Würckung thue; und endlich, wie in der Seele ein Begrif von dem Schalle erreget werde. Das erstere und andere wird gegenwärtig zu betrachten seyn, das dritte habe ich in dem andern Theile der Naturlehre gezeigt, das letztere aber kan man so lange nicht zu der Naturlehre rechnen, so lange man die Gesetze der Bewegung bey der Seele nicht anbringen kan, welches noch von niemanden hat können erhalten werden.

Was in der Luft bey dem

§. 327. Niemahls wird ein Schall in der Luft entstehen, ohne daß ein anderer Cörper vor-

Schalle vorgehet.

vorhanden seyn sollte. Wir werden nun zu untersuchen haben, wie es dieser Cörper machen müsse, daß er einen Schall errege. Wir wollen zu dem Ende zuerst einen solchen Fall untersuchen, welcher am wenigsten zusammengesetzt ist, und aus welchem wir hernach das übrige leichter werden beurtheilen können. Jedermann ist bekannt, daß man mit einer Peitsche einen Schall in der Luft erregen könne. Uberlegen wir nun, wie dieses Klatschen hervorgebracht werde: so werden wir finden, daß sich die Peitsche dergestalt herumschlinget, als wenn sie einen Knoten machen wolte, welcher sehr geschwinde zugezogen wird. Wenn sich die Peitsche herumschlinget: so ist zwischen ihr Luft enthalten. Diese Luft wird demnach in einen engern Raum zusammengebracht, und folglich zusammengedrückt. Da sie sich nun ausdehnet, so bald der Widerstand gehoben ist (§. 309.), so muß dieses auch hier erfolgen, so bald sie wieder ihre Freyheit bekömmt; sie muß sich aber, indem sie sich ausdehnet, durch einen grössern Raum bewegen, als derjenige gewesen, welchen sie erfüllete, ehe sie zusammengedrückt ward. Denn es hat in diesem Falle mit der Luft keine andere Beschaffenheit, als mit einer stählernen Feder. Wird diese zusammengedrückt, und man läßt sie auf einmahl fahren: so springt sie nicht nur in ihre vorige Lage zurück, sondern sie springt noch höher und dehnt

sich

sich auf der andern Seite wieder aus, welches nicht geschiehet, wenn man allmählig zu drücken aufhöret. Eben so läßt sich die Luft zusammendrücken, und sucht sich sodann wieder auszudehnen. Läßt man nun allmählig mit dem Zusammendrücken nach: so dehnet sie sich vollkommen in denselben Raum wieder aus, den sie erfüllete, ehe sie zusammengedrückt ward; gibt man ihr aber die Freyheit, sich auszudehnen auf einmahl: so dehnet sie sich in einen grössern Raum aus, als derjenige ist, welchen sie erfüllte, ehe sie zusammengedruckt ward. Indem sich die zusammengedrückte Luft wieder ausdehnet: so kan es nicht anders seyn, sie muß die umstehende Luft, welche ihr so geschwind nicht weichen kan, gleichfals zusammendrücken, und indem sich diese wieder ausdehnet: so wird aufs neue die folgende zusammengedruckt. Solchergestalt entsteht in der Luft eine Bewegung, welche mit der circulförmigen Bewegung des Wassers, die da entsteht wenn man einen Stein hineinwirft, eine Aehnlichkeit hat (§. 157.). Nur dieser Unterscheid ist dazwischen, daß bey der Luft diese Bewegung von einem Puncte gegen alle Gegenden gleich starck fortgesetzt wird, und so bewegt sich die Luft bey dem Schalle wie eine Oberfläche einer Kugel, welche immer grösser wird, da hingegen die Bewegung bey dem Wasser blos in einer geradlinichten Fläche erfolget. Ferner, so

bewegt sich das Wasser vermittelst seiner Schwere; diejenige Bewegung aber, dadurch der Schall hervorgebracht wird, rühret von der Elasticität der Luft her.

Kein Schall kan ohne Luft entstehen.

§. 328. Entsteht nun ein Schall durch die Bewegung der Luft: so ist es eine ausgemachte Sache, daß kein Schall entstehen könne, wenn keine Luft vorhanden ist. Und dieses läßt sich durch die Erfahrung folgendergestalt erweisen. Man hänget eine Glocke unter einem gläsernen Recipienten dergestalt auf, daß sie so wenig, als nur möglich ist, den Teller der Luftpumpe oder den gläsernen Recipienten berühre, denn da es nicht möglich ist es völlig zu verhüten, daß die Glocke mit dem Teller der Luftpumpe Gemeinschaft haben solte: so legt man zum wenigsten etwas weiches dazwischen, damit die Maschine, woran die Glocke befestigt ist und der Teller der Luftpumpe einander nicht unmittelbar berühren. Wenn dieses geschehen ist: so setzt man vermittelst einer meßingenen Stange, die man in dem Recipienten auf und nieder bewegen kan, ohne daß dadurch die Luft hineinkömmt, die Glocke in Bewegung. Thut man dieses, so lange noch Luft unter dem Recipienten befindlich ist: so kan man den Schall der Glocke ziemlich laut hören, obgleich die unter dem Recipienten befindliche Luft mit der äussern keine Gemeinschaft hat; wenn man aber anfängt die Luft aus dem Recipienten herauszupum-

pumpen: so wird man befinden, daß der Schall immer schwächer werde, je reiner man die Luft ausgepumpet hat, und daß man, wenn sich keine Luft mehr auspumpen läßt, auch nichts mehr von dem Schalle der Glocke vernehmen könne.

In zusammengedrückter Luft wird der Schall stärcker.

§. 329. Weil die zu dem Schalle nöthige Bewegung von der Elasticität der Luft herrühret (§. 327.): weil ferner die Elasticität der Luft desto grösser ist, je stärcker sie zusammengedrückt wird (§. 309.): so muß auch der Schall desto stärcker werden, je stärcker man die Luft zusammendrückt. Auch dieses bestätigt die Erfahrung, wenn man in einem Recipienten eine kleine Glocke aufhängt, und die Luft vermittelst der Luftpumpe zusammendruckt. Ein Täucher hat einsmals in seiner Täucherglocke im Grunde des Meeres mit einem Horne geblasen, und es ist der Schall davon in der zusammengedruckten Luft so starck gewesen, daß er gantz schwindlich davon geworden.

Wie ein Schall und Wind von einander unterschieden sind.

§. 330. Aus dem, was gesaget worden, erhellet zur Gnüge, daß ein Schall und ein Wind weit von einander unterschieden sind. Beydes ist zwar eine Bewegung der Luft; allein bey dem Schalle besteht diese Bewegung blos in einer wechselsweisen Zusammendrückung und Ausdehnung der kleinen Lufttheilgen; bey dem Winde hingegen muß sich

sich eine gantze Menge Luft von dem einen Orte gegen den andern bewegen.

Wie ein fortdaurender Schall hrrvorgebracht werde.

§. 331. Wenn der Schall fortdauren soll: so muß diese Bewegung in der Luft beständig erneuert werden. Denn wenn dieses nicht geschähe: so würde der Schall nur einen Augenblick dauern. Wenn nun solchergestalt die Lufttheilgen alle Augenblicke zusammengedrückt werden, und sich so gleich wieder ausdehnen: so muß die Luft so lange in einer zitternden Bewegung bleiben, so lange der Schall dauren soll. Wenn also ein Cörper einen fortdaurenden Schall in der Luft erregen soll: so muß dieser Cörper vermögend seyn, die Luft in einer zitternden Bewegung zu erhalten. Soll aber dieses geschehen: so muß der gedachte Cörper sich selbst in einer zitternden Bewegung befinden. Derowegen kan kein Cörper einen fortdaurenden Schall in der Luft hervorbringen, wenn nicht seine Structur so beschaffen ist, daß er geschickt ist in eine zitternde Bewegung zu gerathen. Kein Cörper kan zittern, wenn sich nicht seine Theile bald von einander entfernen, bald aber wieder einander nähern. Wenn sich die Theile eines Cörpers von einander entfernen: so verändert er seine Figur: nähern sie sich aber wieder einander: so wird er in seine vorige Gestalt versetzt. Ein Cörper, der seine Figur ändern und sich von selbst wieder in die vorige versetzen kan, ist ein elastischer Cörper (§. 67.).

Digitized by Google

(§. 67.). Solchergestalt kan kein Cörper einen fortdaurenden Schall in der Luft hervorbringen, wenn er nicht elastisch ist. Wir haben hier wieder die Erfahrung auf unserer Seite. Die Glocken, Gläser, der Stahl und gespante Saiten geben einen hellen Klang von sich, welcher eine Zeitlang dauert; niemand zweifelt aber auch, daß diese Cörper elastisch sind. Das Bley ist ein Cörper, dessen Elasticität sonder Zweifel sehr geringe seyn muß, indem es sich nicht mercklich in seine vorige Figur versetzet, wenn dieselbe verändert worden ist. Wie schlecht ist aber auch der Schall, den dieses Metall von sich giebt? Ja, er ist nicht nur sehr schwach, sondern er dauert auch nur einen Augenblick. Da nun die härtesten Cörper zugleich auch die gröste Elasticität besitzen: so ist es nicht zu verwundern, daß die Cörper desto geschickter sind einen Schall hervorzubringen, je grösser der Grad der Härte ist welchen sie besitzen. Man nehme nur einen höltzernen Hammer, und schlage damit an eine Glocke: so wird der Schall zwar wohl zu vernehmen seyn, denn das Holtz so wohl als die Glocke sind elastisch, man versuche es aber und bediene sich an statt des höltzernen eines eisernen Hammers: so wird der Schall viel heller und lebhafter seyn. Und dieses aus keiner andern Ursache, als weil der eiserne Hammer härter und elastischer ist, als der höltzerne. Daher kömmt es

ferner,

ferner, daß der Schnee den Schall der Glocke dämpfet und schwächer macht, wenn er darauf liegt. Er benimmt, als ein weicher Cörper, der Glocke viel von ihrer zitternden Bewegung, dazu er doch selbst nicht geschickt ist (§. 67.). Weil endlich auch das Wasser keine merckliche Elasticität besitzt, wie hernach soll erwiesen werden: so ist auch dieses nicht geschickt, einen starcken oder fortdauernden Schall in der Luft zu erregen. Doch ist dieses ausser Zweifel, daß es in andern Cörpern, welche elastisch sind, dergleichen Schall erregen könne, wie aus folgendem Versuche erhellet. Ich habe ein grosses cylindrisches Glas mit Wasser erfüllet, und zwey elffenbeinerne Kugeln, deren jede an einen Faden gebunden war, hineingehängt, daß sie gantz mit Wasser bedeckt waren. Wenn diese elffenbeinerne Kugeln unter dem Wasser an einander stiessen; so gab jederzeit das Glas einen ziemlich hellen Klang von sich, ohnerachtet die Kugeln das Glas nicht berührten. Wie wolte dieses möglich gewesen seyn, wenn nicht die Kugeln das Wasser, das Wasser aber das Glas angestossen, und solchergestalt den Schall verursacher hätte?

Was in einem klingenden Cörper vor eine Be-

§. 332. Damit wir aber die Beschaffenheit dieser zitternden Bewegung etwas genauer bestimmen können: so wollen wir dasjenige, was bey einer gespannten Saite vorgeht, wenn sie einen Schall von sich giebt, deut-

deutlich aus einander zu ſetzen ſuchen. Wenn an eine ſolche Saite angeſtoſſen wird: ſo wird dadurch ihre Figur verändert. Da ſie aber elaſtiſch iſt: ſo ſpringt ſie nicht nur in ihre vorige Figur zurück, ſondern ſie ſchweifft auch ſo gar auf die andere Seite in ihrer Bewegung aus. Solchergeſtalt geräth ſie in eine zitternde Bewegung, welche auch mit bloſſen Augen wahrzunehmen iſt. Indem dieſes geſchiehet: ſo bekömmt die Saite beſtändig eine andere Figur, ſie wird aber zugleich bald länger bald kürtzer gemacht. Hieraus aber folgt, daß ihre Theile, daraus ſie zuſammengeſetzt iſt, bald nahe bey einander ſeyn, bald aber ſich wiederum von einander entfernen müſſen. Ohnerachtet ſich nun eine doppelte Bewegung in der Saite bemercken läßt, wenn ſich nicht nur die Saite auf und nieder bewegt, ſondern wenn ſich zugleich ihre Theile einander bald nähern, bald aber ſich wiederum von einander entfernen: ſo iſt doch keine von dieſen beyden Bewegungen geſchickt, in der Luft ein ſolches Zittern zu erregen, dergleichen zu Hervorbringung des Schalles erfodert wird. Man halte nur ein weiches Tuch an eine ſolche zitternde Saite: ſo wird ſich im Augenblick aller Schall verlieren, die Bewegung der Saite aber wird beſtändig fortdauren. Wenn ſich nun die Saite nicht auf und nieder bewegen kan, ohne daß ihre Theile ſich einander bald nähern, bald wieder von einander

wegung an zutreffen ſey

der entfernen: so ist klar, daß diese doppelte zitternde Bewegung in der Saite seyn könne, ohne daß dadurch ein Schall in der Luft hervorgebracht werde. Verlangen wir nun zu wissen, was es denn für eine Bewegung sey, die in der Saite seyn müsse, wenn man einen Schall hören soll: so dürffen wir nur einen harten Cörper an eine solche zitternde Saite halten. Durch die Berührung dieses Cörpers wird zwar die Bewegung der Saite etwas vermindert werden; allein es wird ein Schall hervorgebracht werden, der vorhin nicht vorhanden war. Kan nun aber wohl dieser harte Cörper eine andere Veränderung in der Saite hervorbringen, ohne daß er eine Erschütterung ihrer Theile verursachet? Es ist also die Erschütterung der kleinen Theile eines harten Cörpers, keinesweges aber die zitternde Bewegung des gantzen Cörpers die Ursache des Schalles. Man begreift im übrigen leicht, daß die Theile eines Cörpers, diejenige zitternde Bewegung, die sie haben, der Luft gleichfals mittheilen können. Und also haben wir gesehen, was so wohl in dem klingenden Cörper, als in der Luft für eine Veränderung vorgehen müsse, wenn ein Schall entstehen soll.

Die Geschwindigkeit des Schalles

§. 333. Wenn wir bedencken, daß dadurch ein Schall entstehe, wenn immer ein Lufttheilgen an das andere anstößt und es in eine zitternde Bewegung setzt: so werden wir daraus

aus schliessen können, daß eine Zeit verfliessen müsse ehe er von einem Orte zu dem andern gelanget. Hat es nicht mit dem Schalle eben die Beschaffenheit wie mit den Circuln, auf dem Wasser (§. 327.)? Diese aber werden nach und nach grösser, und es fließt eine Zeit vorbey, ehe sie an einen bestimmten Orte hingelangen. Solchergestalt ist leicht zu schliessen, daß man den Schall eher empfinden müsse, wenn man sich nahe bey dem klingenden Cörper befindet, als wenn man weit von demselben entfernet ist. Damit man aber die Geschwindigkeit des Schalles bestimmen könne: so hat man zu dem Ende nicht nur zu Florenz in Italien sondern auch in Engelland Experimente angestellt. Man hat nemlich in kleinen Weiten Pistolen loß geschossen, in grössern Weiten aber Canonen lösen lassen, und nach einem accuraten Perpendicul die Zeit angemerckt, welche vorbey gegangen, bis man den Schall vernommen. Denn weil sich das Licht mit solcher ungemeinen Geschwindigkeit bewegt (§. 251.): so kan man, ohne den geringsten Irrthum zu besorgen, annehmen, daß die Canone in dem Augenblicke gelöset werde, wenn man das Feuer sieht. Zählt man nun wie viel Secunden vorbey fliessen, ehe man den Knall höret: so kan man die Zeit finden, welche der Schall zu seiner Bewegung gebraucht hat. Flammsteed, Halley und Derham haben durch

wird bestimmt.

oftmahls wiederholte Versuche ausgemacht, daß sich der Schall binnen einer Secunde durch einen Raum von 1142. Englischen Schuhen bewege. Solchergestalt durchläuft der Schall eine grosse deutsche Meile bey nahe innerhalb 21. Secunden. *

Worzu man die Geschwindigkeit des Schalles nutzen könne.

§. 334. Die Bemühung, welche man sich gemacht hat, die Geschwindigkeit des Schalles zu bestimmen, verdient desto mehr gelobet zu werden, je gewisser es ist, daß man in vielen Fällen einen Vortheil davon haben könte, wenn man sich desselben nur bedienen wolte. Wenn man weiß, wie geschwinde sich der Schall bewege: so wird man keine unzeitige Frucht für dem Donnerwetter haben. Man zähle nur die Secunden, welche vorbey fliessen ehe man nach gesehenem Blitze den Knall höret: so wird man aus der Anzahl dieser leicht finden können, wie weit das Gewitter entfernet seyn müsse. Es ist aber überhaupt gantz und gar nicht nöthig, daß man sich für dem Donner entsetzet. Denn so bald man diesen höret: so ist man ausser aller Gefahr. Solte der blitzende Strahl einem schaden, so müste er sehr nahe seyn: alsdenn aber würde der Donner nicht erst nach dem Blitze, sondern mit ihm zugleich empfunden werden. Der Nutzen welchen man auf der See von der Bewegung des Schalles haben

* Wolffs Versuche T. III. p. 43.

ben könnte, wird dem vorigen nichts nachgeben. Man sieht es sehr weit, wenn ein Schiff auf der See die Canonen löset. Bemerckte man nun nach einem richtigen Perpendicul die Secunden, welche zwischen dem gesehenen Lichte, bis man den Schall gehöret, vorbeygestrichen: so würde man ziemlich genau wissen können, wie weit noch ein nothleidendes oder feindliches Schiff entfernet wäre. Endlich kan man auch durch dieses Mittel die Entfernung eines Ortes von dem andern bestimmen, welches in der Geographie seinen Nutzen hat.

Die Geschwindigkeit des Schalles ist gleichförmig.

§. 335. Die Bewegung des Schalles ist, wie die circulförmige Bewegung des Wassers (§. 157.), gleichförmig, und solchergestalt durchläuft der Schall in gleicher Zeit gleich grosse Theile des Raums. Bewegt er sich nun binnen 21. Secunden durch eine deutsche Meile: so braucht er 42. Secunden, ehe er zwey Meilen durchläufft. Diese Art der Bewegung hat Derham durch seine Versuche auſſer Zweifel gesetzet. Dadurch er auch ausgemacht hat, daß der Wind die Geschwindigkeit des Schalles ein wenig vermehret. Denn er hat von 6. Uhr des Abends bis gegen Mitternacht alle halbe Stunden Stücke lösen lassen, und bemerckt, daß der Schall in einer Weite von 10 bis 12 tausend Schritten fast immer in einer Zeit von 120 bis 122 halben Secunden angekommen, wenn der

Wind entgegen war. Bließ aber der Wind entweder mit dem Schalle nach einer Gegend, oder nur quer durch: so erreichte er in 111, bis 117 halben Secunden den Ort, da er observirte. Und freylich müssen die zitternden Lufttheilgen ein wenig geschwinder an einen Ort gebracht werden, wenn sich die Luft ohnedem aus einer andern Ursache dahin beweget. Daß aber dieser Unterscheid eben nicht groß ist, kömmt daher, weil sich der Schall viel geschwinder als der Wind bewegt.

Ein starcker Schall bewegt sich eben so geschwind als ein schwacher.

§. 336. Derham hat ferner gefunden, daß sich ein starcker Schall eben so geschwinde als ein schwacher bewege. Denn er hat bemerckt, daß der Schlag eines Hammers und der Knall einer Pistole in einer Weite einer Englischen Meile immer zugleich angekommen sind. Wir nennen aber einen Schall starck, wenn er eine grosse Gewalt hat (§. 55.), und schwach, wenn seine Gewalt geringe ist. Wenn die Gewalt eines Cörpers groß seyn soll: so muß er entweder viel Masse oder eine grosse Geschwindigkeit besitzen (§. 56.). Da sich nun aber die Luft bey einem starcken Schalle nicht geschwinder, als bey einem schwachen bewegt: so muß der Unterscheid bloß in der Menge der Luft, welche in Bewegung gesetzt wird, zu suchen seyn, Es ist demnach ein Schall starck, wenn sich viele, und schwach, wenn sich wenige Lufttheilgen in einer zitternden Bewegung befinden (§. 327.).

Eine

Eine Canone erregt einen ſtärckern Schall als eine Piſtole; man wird aber auch nicht zweifeln, daß durch die erſtere mehr Luft in Bewegung geſetzt werde als durch die letztere.

§. 337. Es iſt noch ein Unterſcheid unter dem Schalle, welcher nicht von der Stärcke und Schwäche herrühret. Und dieſes iſt die Höhe und Tieffe eines Schalles. Daß man dabey nicht auf die Menge der bewegten Luft zu ſehen habe, iſt daraus abzunehmen, weil ein tieffer und hoher Schall eben ſo wohl ſtarck als ſchwach ſeyn kan (§. 336.). Solte man darauf verfallen, daß ein Unterſcheid in der circulförmigen Bewegung der Luft zu ſuchen ſey; ſo würde man ſich gleichfals betrügen, indem ein hoher Schall eben ſo bald von einem Orte zum andern gelangt, als ein tieffer. Solchergeſtalt bleibet uns nichts übrig, als die Geſchwindigkeit der zitternden Bewegung, welche die kleine Lufttheilgen haben. Wenn man nun in dieſer Abſicht einen Schall mit dem andern vergleichet: ſo nennt man ihn einen Ton. Ein ſolcher Ton iſt hoch, wenn die zitternde Bewegung geſchwind geſchiehet, und tief, wenn ſie langſam verrichtet wird. Was ein hoher und tieffer Ton iſt.

§. 338. Damit man aber etwas genauer von der Beſchaffenheit der Tone urtheilen könne: ſo iſt zu mercken, daß, obgleich der Schall nicht von der zitternden Bewegung des gantzen Cörpers, ſondern vielmehr von der Erſchütterung ſeiner kleinen Theilgen herrühren Die Beſchaffenheit der Tone wird genauer unterſucht.

rühret (§. 312.), dennoch beyde Bewegungen faſt immer in einer Übereinſtimmung unter einander ſind, dergeſtalt, daß wenn die zitternde Bewegung des gantzen Cörpers geſchwinder geſchieht, auch ſeine kleine Theilgen ihr Zittern mit gröſſerer Geſchwindigkeit verrichten. Nun hat man angemerckt, daß eine Saite, welche 96. Schuh lang geweſen, und durch ein Gewicht gedehnet worden, ſich einmahl in einer Secunde auf und nieder bewegt. Wenn man in die Mitte einen Steg geſteckt hat, daß die Saite nur halb ſo lang geweſen: ſo hat ſie 2 mahl in einer Secunde gezittert. Sie hat dieſe Bewegung 4 mahl verrichtet, wenn ſie 4 mahl kürtzer geweſen, und 8 mahl, als ihre Länge nur der 8te Theil von der gantzen Saite geweſen. Es verhält ſich demnach die Geſchwindigkeit der zitternden Bewegung in zweyen Saiten, wenn ſie gleich dicke ſind, und gleich ſtarck gedehnet werden, umgekehrt, wie die Länge der Saiten.

Der Cörper zittert geſchwind wenn er einen hohen, und langſam, wenn er einen tiefen Ton

§. 319. Wenn ſich die Geſchwindigkeit, mit welcher die Saiten zittern, umgekehrt verhält, wie die Länge der Saiten: ſo muß eine kurtze Saite geſchwinder zittern als eine lange, und deſto geſchwinder, je kürtzer ſie iſt. Je geſchwinder eine Saite zittert, deſto geſchwinder iſt die zitternde Bewegung, welche ſie den Lufttheilgen mittheilt. Da nun ein Ton deſto höher iſt, je gröſſer die Geſchwindig-

digkeit ist, mit welcher die Lufttheilgen zittern: so muß eine kurtze Saite einen höhern Ton von sich geben als eine längere, wenn nemlich beyde gleich dicke und gleich gedehnt sind. Und weil hier die Saite nicht anders betrachtet wird, als in so ferne sie ein elastischer Cörper ist, welcher in der Luft einen Schall hervorzubringen vermag (§. 331.): so muß auch von andern Cörpern gelten, was von ihr erwiesen worden. Es muß also jederzeit die zitternde Bewegung eines Cörpers geschwinder geschehen, wenn er einen hohen, und langsam wenn er einen tieffen Ton von sich geben soll. Finden wir nicht in der That, daß eine kleine Glocke, welche einen höhern Ton giebt als eine grössere, ihre zitternde Bewegung auch geschwinder als jene verrichtet? von sich giebt.

§. 340. Wenn eine Saite nur halb so lang ist als die andere: so zittert sie noch einmahl so geschwinde. Weil sie nun aber einen Ton von sich giebt, welcher um eine Octave höher ist als der vorige: so verhält sich ein Ton zu seiner Octave wie 1 zu 2; oder eigentlich zu sagen, die zitternde Bewegung der Lufttheilgen muß noch einmahl so geschwinde geschehen, wenn ein Ton um eine Octave höher klingen soll als ein anderer. Solchergestalt läßt sich aus der Länge der Saiten die Geschwindigkeit der zitternden Bewegung, und also auch die Verhältniß der Tone gegen einander bestimmen. Alle Was die Tone vor eine Verhältniß haben.

Musicverständige sind darinnen einig, daß die Verhältniß der Tone, wenn man sie in kleinen Zahlen ausdrücket, folgende sey:

Verhältnis der Saiten	Nahmen der Tone
1: 1	Unisonus
2: 1	Octave
3: 2	Quinte
4: 3	Quarte
5: 4	grosse Tertie
6: 5	kleine Tertie
5: 3	grosse Sexte
8: 5	kleine Sexte
15: 8	grosse Septime
9: 5	kleine Septime
64: 45	falsche Quinte
9: 8	grosse Secunde
10: 9	kleine Secunde

§. 341. Aus der angegebenen Verhältniß der Tone läßt sich die Verhältniß anderer durch Rechnung bestimmen. Denn wenn

z. E.

z. E. die Octave iſt 2: 1, und die Quinte 3: 2; ſo iſt

die Octave von der Quinte	3 × 2 : 2 × 1 = 6 : 2 = 3 : 1.
die doppelte Octave	2 × 2 : 1 × 1 = 4 : 1
der doppelten Octav Quarte	4 × 4 : 3 × 1 = 16 : 3
groſſe Tertie	5 × 4 : 4 × 1 = 20 : 4 = 5 : 1.
kleine Tertie	6 × 4 : 5 × 1 = 24 : 5
groſſe Sexte	5 × 4 : 3 × 1 = 20 : 3
kleine Sexte	8 × 4 : 5 × 1 = 32 : 5.
groſſe Septime	15 × 4 : 8 × 1 = 60 : 8 = 15 : 2
falſche Quinte	64 × 4 : 45 × 1 = 256 : 45

§. 342. Die Erfahrung lehret, daß einige Töne einen angenehmen Klang, andere aber einen unangenehmen von ſich geben, wenn ſie zugleich empfunden werden. Die erſteren pflegt man Conſonantien, die andern aber Diſſonantien zu nennen. Die Anzahl der Conſonantien beläufft ſich nur auf 4. Denn man rechnet dahin den Uniſonum, die Tertie, die Quinte, die Sexte und Octav. Die Quarte wird von einigen für eine Conſonantz von andern aber für eine Diſſonantz gehalten.

Warum einige Töne wohl und andere übel klingen.

Alle übrige sind Dissonantien. Dieses ist merckwürdig, daß sich alle Consonantien mit kleinen Zahlen ausdrücken lassen, welches mit den Dissonantien so nicht angehet. Bey dem Unisono, welches die vollkommenste Consonantz ist, ist die Verhältniß 1 zu 1; bey der Octave 2: 1, bey der Quinte 3: 2 u. s. w. Die Dissonantien hingegen kan man nicht in kleinen Zahlen angeben, besonders, wenn sie sehr übel klingen. Ein Exempel giebt die Septime und die falsche Quinte. Denn bey der ersteren ist die Verhältniß 15: 8, bey der letztern aber gar 64: 45. Man sieht also, daß kein Ton mit einem andern übereinstimmen und angenehm klingen könne, wenn nicht die zitternde Bewegung des einen mit der zitternden Bewegung des andern oft zusammen kömmt. Geschiehet dieses nicht: so ist man nicht im Stande die zitternde Bewegungen von einander zu unterscheiden; es ist also die Vorstellung in der Seele viel dunckler und erregt ein Mißvergnügen bey ihr. Scheint es also nicht, daß sich unsere Seele bey ihrer Empfindung nach gewissen Maximen richte, nach welchen sie von der Annehmlichkeit einer Sache urtheilet? Warum solte ihr eben die Verhältnis 1: 2 besser gefallen als 8: 15. Man wird mir hierinnen desto eher beypflichten, wenn man bedenckt, daß sich dieses auch bey dem Gesichte wieder anbringen lasse, und daß gute symmetrische Verhältnisse eben die-

jeni-

jenigen sind, welche die Consonantien in der Music haben. Es ist also auch hier alles abgemessen und bestimmt, und daher hat der Herr von Leibnitz gantz recht, wenn er die Music eine unvermerckte Ausübung der Rechenkunst, dabey die Seele selbst nicht weiß, daß sie zählet (exercitium arithmeticæ occultum nescientis se numerare animi) nennet. * Denn wie will ich einen Ton von dem andern unterscheiden, als durch die Anzahl der zitternden Bewegungen, welche in gleicher Zeit in der Luft hervorgebracht werden?

Eine dicke Saite bewegt sich langsamer als eine dünne.

§. 343. Nicht allein die Länge einer Saite, sondern auch die Dicke derselben verursachet, daß sie ihre zitternde Bewegung langsamer oder geschwinder verrichtet. Ist die Saite dicke: so hat sie viel Materie, und weil sie, vermöge derselben, der Bewegung widersteht (§. 14.): so muß sich eine dicke Saite, welche mit einer andern gleiche Länge hat, und eben so starck gespannt ist, langsamer bewegen als eine dünne. Da nun eine Saite einen tieffen Ton von sich giebt, wenn die zitternde Bewegung langsam geschiehet (§. 338.): so muß eine dicke Saite einen tiefern Ton geben können, als eine dünne. Man hat aber gefunden, daß sich die Geschwindigkeit der zitternden Bewegung umgekehrt verhalte, wie der Diameter der Saite. Da nun die Höhe der Tone mit der Ge-

* Leibnitii epistola ad Goldbachium.

Geschwindigkeit der zitternden Bewegung wächst (§. 339.): so muß sich auch diese umgekehrt wie der Diameter der Saite verhalten.

Eine scharfgespannte Saite giebt einen höhern Ton als eine andere.

§. 344. Endlich so wird der Ton in einer Saite auch durch das Dehnen derselben verändert. Und die Anzahl der zitternden Bewegungen ist der Quadratwurtzel der Kraft, dadurch die Saite gedehnt wird, proportional. Denn gesetzt, es werde die Saite A durch ein Gewicht = 4, die Saite B aber durch ein Gewicht = 1 gedehnt. Weil sie nun, indem sie zittern, sich würcklich bewegen: so besitzen sie eine lebendige Kraft. Und da sich die lebendigen Kräfte der Cörper wie die Quadrate ihrer Geschwindigkeit verhalten (§. 85.); da es ferner auser Zweifel ist, daß die Kräfte, damit die Saiten zittern, denen angehängten Gewichten proportional sind: so müssen sich die Quadrate ihrer Geschwindigkeit wie die angehängten Gewichte, und also ihre Geschwindigkeiten selbst wie die Quadratwurtzeln dieser Gewichte, oder welches gleich viel ist, wie die Quadratwurtzeln der Kräfte, dadurch die Saiten gedehnt werden, verhalten. Wenn sich also die Kräfte, welche die Saiten dehnen, verhalten wie 1 zu 4: so verhalten sich die Geschwindigkeiten der zitternden Saiten wie $\sqrt{1}$ zu $\sqrt{4}$, das ist, wie 1 zu 2, und also würden diese beyden Saiten, die gleiche Länge und Dicke haben, eine

Octa-

Octave geben, wenn die eine 4 mahl stärcker gedehnt würde als die andere. Man kan demnach einer Saite durch stärckeres Spannen immer einen höhern Ton geben. Und hieraus ist also überhaupt klar, warum man auf einem Clavecymbel Saiten von verschiedener Länge und Dicke gebrauche, und warum man ihnen durch Dehnen einen gewissen Ton geben könne. Man begreift nemlich wohl, daß diejenigen Saiten die längsten und zugleich die dickesten seyn müssen, welche den tiefsten Ton von sich geben sollen.

Warum eine Saite mitklingt, wenn eine andere gerührt wird.

§. 345. Wenn zwey Saiten A und B, welche einerley Ton haben, nicht allzuweit von einander entfernet sind, und man stößt an die eine A, so wird sie der Luft eine solche zitternde Bewegung mittheilen, wie sie selbst besitzt. Nun wird man nicht zweifeln, daß die bewegte Luft an die umstehende Cörper beständig anstößt. Sie stößt demnach auch an die andere Saite B an, und weil diese Saite geschickt ist, eben dergleichen Bewegung zu haben: so wird ihr dieselbe durch das öftere Anstossen der bewegten Luft würcklich mitgetheilt. So bald die Saite B in dergleichen zitternde Bewegung geräth: so giebt sie einen Schall von sich. Wenn also zwey Saiten beysammen und auf gleiche Art gestimmet sind: so muß die andere mitklingen, wenn die erstere einen Klang von sich giebt. Und dieses geht auch an, wenn der eine Ton eine

Octa-

Octave oder Quinte höher ist als der Ton der andern Saite. Denn in diesem Falle kömmt die Art der Bewegung in der Luft mit der Bewegung, deren die andere Saite fähig ist, sehr überein, indem sich die eine zur andern im ersten Falle verhält wie 2 zu 1 im andern aber wie 3: 2 (§. 340.). Weil im übrigen nichts weiter erfodert wird, wenn dergleichen Saite mitklingen soll, als daß sich in der Luft eine solche zitternde Bewegung befindet, dergleichen die Saite fähig ist: so wird sie auch ebenfals mitklingen müssen, wenn man auf einer Flöte oder andern Instrument den Ton oder die Octave des Tones angiebt, welchen die Saite hat.

Von dem Glaszerschreyen.

§. 346. Aus dem hier angeführten Experimente wird man viele Fälle auflösen können, wenn man nur bedenckt, daß ein jeder elastischer Cörper geschickt sey, mit einer gewissen Geschwindigkeit zu zittern, und daß ihm diese zitternde Bewegung durch einen Ton, der von einer gleichmäßigen Bewegung in der Luft entstehet, mitgetheilt werden könne (§. 345.). Es wird also z. E. dieses nichts Unerwartetes seyn, daß die Fenster und die Thüren an zu zittern fangen, wenn eine gewisse Pfeiffe in einer Orgel zu klingen anfängt. Man wird ferner deutlich begreiffen, wie es möglich gewesen, daß einige die Gläser haben entzwey schreyen können, dergleichen Exempel Morhoff von einem Holländer,

der, Nahmens Nicolaus Petter, und Lanis noch von einem andern, welcher Cornelius Meyer geheissen, anführet. Sie haben einen Römer von dünnem Glase genommen, und daran geschlagen, um den Ton des Glases zu erforschen. Nachdem dieser bekannt gewesen: so haben sie ferner das Glas vor den Mund gehalten, und in eben dem Tone oder in einem etwas höhern (vermuthlich der Octave) hineingeschrien: so hat das Glas einen Klang von sich gegeben, der sich immer vermehret, bis es endlich zersprungen. Wenn man den Ton des Glases oder die Octave davon in dasselbe hineinschreyet: so wird eine zitternde Bewegung in der Luft hervorgebracht, deren das Glas fähig ist. Da nun die bewegte Luft an das Glas anstößt: so wird auch dieses in eine zitternde Bewegung gesetzt, und weil die Luft immer fortfähret an das Glas anzustossen: so muß das Zittern des Glases beständig vermehret werden (§. 116.). Kein Cörper kan zittern, wenn sich nicht seine Theile bald von einander entfernen, bald aber wieder einander nähern. Hieraus aber fließt, daß bey einem heftigen Zittern die Theile des Cörpers sich dergestalt von einander entfernen müssen, daß sie einander gar nicht mehr berühren und folglich auch nicht mehr zusammenhängen können. Wenn nun aber ein Cörper zerbricht; indem das Zusammenhängen seiner Theile auf-

aufgehoben wird: so hat es nicht anders seyn können, es haben auch die Gläser von dem heftigen Schreyen zerbrechen müssen.

Was ein reiner und unreiner Ton ist.

§. 347. Man kan einen jeden elastischen Cörper ansehen, als wenn er aus lauter gespannten Saiten oder Fäsergen zusammengesetzt wäre. Da nun aber dergleichen Cörper selten durchgehends von gleicher Breite und Dicke zu seyn pfleget: so giebt er auch nicht einen, sondern viele Tone von sich (§. 339.). Indessen bleibt doch immer einer der Hauptton, und man sagt, daß ein Cörper einen desto reinern Ton habe, je weniger die andern zugleich mit empfunden werden. Wenn man aber die übrigen Tone, welche Dissonantien von dem Haupttone sind, merklich höret, wie dieses bey einigen Glocken geschiehet: so ist der Ton unrein.

Warum die blasenden Instrumente einen Schall geben.

§. 348. Alles, was da geschickt ist, eine zitternde Bewegung der Lufttheilgen zu erregen, das ist auch vermögend einen Schall hervorzubringen (§. 327.). Wenn sich nun aber die Luft durch eine enge Eröffnung geschwind hindurch bewegt: so muß sie zusammengedruckt werden, und sich hernachmahls wieder ausdehnen. Da sie nun solchergestalt in eine zitternde Bewegung geräth: so muß ein Schall entstehen, indem die Luft durch eine enge Eröffnung geschwind hindurchgehet. Auf diesem Grunde beruhet der Schall aller der Instrumente, welche geblasen werden, als

Or-

Orgeln, Trompeten, Waldhörner, Flöten u. s. w. Ja eben dieses ist die Ursache, warum ein Mensch vermittelst der Luftröhre einen Schall hervorbringen kan. Denn diese ist von der Natur ebenfals mit einer engen Eröffnung versehen worden, dadurch die Luft hindurchgetrieben wird, wenn man einen Schall hervorbringen will. Und da man diese Eröffnung nach eigenem Gefallen erweitern und zusammenziehen kan: so ist man im Stande, hohe und tiefe Tone hervorzubringen. Denn je enger die Eröffnung ist, desto geschwinder wird die zitternde Bewegung der Lufttheilgen, und desto höher wird der Ton, welchen man hervorbringt (§. 339.).

§. 349. Wenn dergleichen Cörper, durch dessen Eröffnung sich die Luft geschwind hindurchbewegt, selbst elastisch ist: so kan ihm die zitternde Bewegung der Luft mitgetheilt werden. Da er diese nun wieder der Luft beybringt (§. 332.): so muß der Schall desto stärcker werden. Und so ist ferner klar, daß der Schall schwächer seyn müsse, wenn dergleichen Cörper nicht elastisch ist, sondern aus einer weichen Materie bestehet. Daher kömmt es, daß eine meßingene Orgelpfeiffe allemahl einen stärckern Ton gibt, als eine hölzerne.

Eine Pfeiffe giebt einen desto stärckern Ton, je elastischer die Materie ist, daraus sie bestehet.

§. 350. Weil der Schall durch eine circulförmige Bewegung der Luft von einem Orte zu dem andern gebracht wird (§. 327.): so muß diese bewegte Luft an die Cörper anstos-

Worinnen die Resonantz bestehet.

sen, welche ihr im Wege stehen. Nun ist die Luft ein elastischer Cörper (§. 285.); wenn aber ein elastischer Cörper an einem andern, der seiner Bewegung widersteht, anstößt: so wird er dergestalt reflectirt, daß der Einfallswinckel dem Reflexionswinckel gleich ist (§. 79.). Derowegen muß auch der Schall reflectiret werden, wenn er an einen festen Cörper anstößt. Aus dieser Reflexion des Schalles lassen sich zwey Dinge, nemlich die Resonantz und das Echo, begreiffen. Denn es ist wohl wahr, daß ein reflectirter Schall eben so viel Zeit brauchet, von dem ihm reflectirenden Cörper wieder bis an die Ohren des Zuhörers zu kommen, als er Zeit brauchte, von dem klingenden Cörper bis zu dem reflectirenden zu kommen, wenn schon der Cörper, welcher den Schall erreget, und der Zuhörer noch so nahe beysammen sind. Nur ist man sodann nicht im Stande, den reflectirten Schall von dem ursprünglichen, wegen der allzugrossen Geschwindigkeit, mit welcher beyde auf einander folgen, zu unterscheiden. Wenn also die den Schall reflectirenden Cörper nicht weit entfernet sind: so wird durch das Zurückprallen der Schall verstärcket. Diese Verstärckung des Schalles, welche durch die Reflexion geschiehet, nennt man die Resonantz. Man begreift also, warum die Stimme in einem gemauerten Saale stärcker klinge, als in der freyen Luft

oder

oder in eine Stube, welche getäffelt oder mit Tapeten beschlagen ist. Denn je härter dergleichen Cörper ist, desto stärcker wird die Luft von demselben reflectirt. Und eben daraus läßt sich ferner abnehmen, warum man an die musicalische Instrumente Resonantzboden von sehr elastischen Holtze zu machen pflege. Doch ist nicht zu leugnen, daß bey der ersteren angeführten Würckung auch dieses als eine Ursache zu betrachten sey, daß sich der Schall in einer Stube, da er eingeschlossen ist, nicht so ausbreiten kan, wie er in der freyen Luft thun würde (§. 336.).

Von dem Sprachrohre.

§. 351. Auf diesem Grunde beruhet ferner die Würckung des Sprachrohres, welches eine aus Blech verfertigte Röhre ist, die unten eine weite Eröffnung hat, oben aber enge zugehet. Wenn man nun durch die enge Eröffnung in das Sprachrohr redet: so wird die Stimme, wenn sie zu der weiten Eröffnung herausgehet, viel stärcker befunden, als sie ohne das Sprachrohr würde gewesen seyn. Verlanget man die Ursache zu wissen; so darf man nur erwegen, daß der Schall vermittelst des Sprachrohres nur gegen eine Gegend gebracht wird, da er sich sonst allenthalben hin würde ausgebreitet haben (§. 327.); daß der Schall durch die oftmalige Reflexion in dem Sprachrohre verstärckt werde (§. 330.); und daß endlich das Sprachrohr selbst dadurch in eine zitternde Bewegung gesetzt wer-

äussere Ohr diesen Nutzen habe, sieht man an denen, welchen es mangelt. Denn sie können einen etwas schwachen Schall nicht vernehmen, wenn sie nicht die gekrümmte Hand vor das Ohr halten.

Von Sprachgewölbern. Tab. V Fig. 76.

§. 353. Aus dem, was von der Reflexion des Schalles gesagt worden (§. 350.), läßt sich die Beschaffenheit der Sprachgewölber erklären. Sie haben eine Elliptische Figur AEFGB. Wenn man nun in den einen Brennpunct C tritt, und leise gegen die Wand redet: so versteht derjenige, welcher im andern Brennpuncte D stehet, alles gantz genau, da doch die Umstehenden nichts von dem, was man gesprochen hat, vernehmen können. Denn wenn man im Brennpuncte C redet: so stößt der Schall allenthalben, als in E, F, G an das Gewölbe an. Da er nun aus E, F, G in den Punt D reflectiret wird: so kömmt in diesem Puncte viele bewegte Luft zusammen, und folglich muß der Schall daselbst am stärcksten seyn (§. 336.). Daß aber die Luft aus E, F, G eben in D reflectiret wird, geschiehet darum, weil sonst der Einfallswinckel dem Reflexionswinckel nicht gleich seyn würde (§. 79.). Denn dieses ist eine Eigenschaft der Ellipsis, daß die Linien, welche aus den beyden Brennpuncten gegen einen Punct des Perimeters gezogen werden, immer zwey Winckel machen, die einander gleich sind.

Digitized by Google

§. 354. Wenn ein Cörper, welcher den Schall reflectiret, so weit entfernet ist, daß man den reflectirten Schall von dem ursprünglichen deutlich unterscheiden kan: so entstehet ein Echo. Hieraus folgt daß niemahls auf dem ebenen und platten Lande ein Echo entstehen könne, denn es ist kein Cörper vorhanden, welcher geschickt wäre den Schall zu uns zu reflectiren. Bergigte Gegenden aber, Mauren, Schlösser, ein hohes Ufer von einem Flusse, ein Felsen, reflectiren den Schall, und bringen ein Echo hervor, ja weil dichte Wälder in dieser Absicht nicht anders als eine Mauer anzusehen sind: so pflegt sich auch daselbst öfters ein Echo zu finden. Von dem Echo.

§. 355. Wenn ein geübter Violinist so geschwinde spielt, daß 9 Tone in einer Secunde auf einander folgen: so kan das Gehör noch einen jeden Ton von dem andern unterscheiden. Wenn also der reflectirte Schall nach dem ursprünglichen so geschwind, als hier ein Ton auf den andern folgt: so kan man noch beyde von einander unterscheiden. Derowegen entstehet ein Echo, wenn der reflectirende Cörper so weit entfernet ist, daß der ursprüngliche Schall, sich dahin und wieder zurück zu bewegen, zum wenigsten $\frac{1}{9}$ einer Secunde gebrauchet. Da sich nun der Schall binnen einer Secunden 1142 Englische Schuh weit bewegt (§. 332.): so durchläuft er im 9ten Theile von einer Secunde Wie weit man entfernet seyn müsse, wenn man ein Echo hören will.

den neunten Theil von 1142. Schuhen und folglich $126\frac{8}{9}$ Schuh. Wenn also der ursprüngliche Schall $126\frac{8}{9}$ Schuh von dem reflectirenden Cörper entfernet wäre: so brauchte er zu seinem Hinwege $\frac{1}{9}$ einer Secunde. Da nun eben so viel Zeit vorbeyfliessen würde, bis er wieder zurücke käme: so würde der reflectirte Schall erst in $\frac{2}{9}$ einer Secunde wieder ankommen. Da man aber einen Schall schon von dem andern unterscheiden kan, wenn der Unterscheid der Zeit zwischen beyden nur $\frac{1}{9}$ einer Secunde beträgt: so darf die Entfernung des klingenden Cörpers von dem reflectirenden nur halb so groß seyn, wenn man den reflectirten Schall von dem ursprünglichen unterscheiden soll. Es muß also der klingende Cörper zum allerwenigsten 63. Schuh von dem reflectirenden entfernet seyn, wenn ein Echo entstehen soll (§. 354.). Je weiter im übrigen beyde Cörper von einander entfernet sind, desto längere Zeit braucht der Schall, ehe er wieder zurückkömmt (§. 335.). Daher reflectirt das Echo mehrere Sylben; es wird aber zugleich auch schwächer, denn es kommen freylich desto weniger bewegte Lufttheilchen ins Ohr, je mehr sich diese Bewegung zertheilet, und ist demnach der Schall allemahl schwächer, wenn man weit von dem klingenden Cörper entfernt, als wenn man ihm nahe ist. Es kan auch ein vielfaches Echo entstehen, wenn viele dergleichen Cörper

in

in verschiedener Entfernung anzutreffen sind, welche den Schall reflectiren. Denn so kömmt der Schall von den nahen Cörpern geschwinder und zugleich auch stärcker zurück, als von den entfernten. Es kan also nicht anders seyn, es muß ein Schall etliche mahl, doch immer schwächer, gehöret werden.

Das 9. Capitel,

Von dem Wasser.

§. 356.

Nothwendigkeit des Wassers.

So nöthig denen Menschen das Feuer, so unvermeidlich zu ihrer Erhaltung die Luft erfordet wird, eben so unentbehrlich ist ihnen das Wasser. Würden die Menschen wohl leben können, wenn ihr Geblüt nicht flüßig wäre? Wodurch erhält es aber seine Flüßigkeit anders als durch das Wasser? Keine Pflantze, kein Baum, ja kein Grässgen würde ohne Wasser wachsen können. Wie wolte man kochen, waschen, eine entstandene Feuersbrunst löschen, wenn man kein Wasser hätte? Ich geschweige, was das Wasser in Ansehung der Schiffarth für Nutzen bringe. Alle diese Sachen sind so leicht, dabey aber so gewiß und überzeugend, daß ich nichts weniger nöthig habe, als einen ernsthaften und weitläuftigen Beweis davon zu führen. Desto mehr ist es aber auch zu ver-

wundern, daß man so selten daran gedencket. Bedächte man, was uns diese und jene Sache für Nutzen schaffet, und wie unglücklich wir wären, wenn wir derselben beraubt seyn solten: man würde gewiß mehr Eifer zu Betrachtung der Wercke der Natur, und nicht so wenig Danckbarkeit gegen den Schöpfer bey sich verspüren lassen.

Eigenschaften des Wassers.

§. 357. Einem jeden ist aus der täglichen Erfahrung bekannt, daß reines Wasser keinen Geschmack und keinen Geruch habe, daß es durchsichtig sey, daß es sich in Tropfen zertheile und in der Luft zu Boden falle. Man weiß ferner, daß die Erde und die meisten irdischen Cörper, diejenigen ausgenommen, welche viele und sehr grosse Zwischenräumgen haben, in dem Wasser zu Boden sincken. Wenn nun ein Cörper flüßig ist, welcher sich in Tropfen zertheilen läßt (§. 146.): so wird man kein Bedencken tragen, dem Wasser den Nahmen eines flüßigen Cörpers beyzulegen. Wenn ferner alle flüßige Materien aus solchen Theilgen zusammengesetzt sind, welche eine der kugelrunden ähnliche Figur haben: so werden die Wassertheilgen, wo nicht vollkommen rund, dennoch sphäroidische Cörpergen seyn. Wiederum, eine flüssige Materie ist von schwererer Art, wenn sie in einer andern zu Boden fällt. Was ist also gewisser, als daß das Wasser schwerer sey als die Luft? Weil endlich eine flüßige Materie

terie von leichterer Art ist als ein fester Cörper, wenn dieser in ihr zu Boden sincket: so wird auch das Wasser von leichterer Art, als die Erde und die meisten irrdischen Cörper seyn müssen.

§. 358. Ist das Wasser schwerer als die Luft: so ist es auch dichter als dieselbe. Ist es dichter: so hat es eine stärckere anziehende Kraft und es berühren seine Theilgen einander in mehreren Puncten (§. 197.); derowegen müssen die Wassertheilgen stärcker als die Theilgen der Luft zusammenhängen. Es widersteht also der Bewegung der Cörper stärcker als die Luft (§. 142.), nicht allein wegen des stärckern Zusammenhängens seiner Theilgen, sondern auch wegen seiner Dichtigkeit. Denn es ist allemahl der Widerstand einer flüßigen Materie desto grösser, je stärcker ihre Theilgen zusammenhängen, und je dichter sie ist (§. 143.). Das Wasser widersteht der Bewegung stärcker als die Luft.

§. 359. Ohngeachtet das Wasser dichter seyn muß als die Luft, indem es 800 bis 1000 mahl schwerer ist; so ist es doch keinesweges der dichteste Cörper, sondern es hat so viel Zwischenräumigen, daß man zum allerwenigsten auf 1 Theil Wasser 39. Zwischenräumigen rechnen muß, die mit seiner eigenthümlichen Materie nicht erfüllet sind. Denn man setze, daß zwey Kugeln von gleicher Grösse, deren eine von Golde, die andere aber von Wasser wäre, beyderseits in 40. gleiche Thei- Wie viel das Wasser Zwischenräumen hat.

le eingetheilt würden. Weil nun nur die Helfte des Raumes, welchen die goldene Kugel einnimmt, mit Golde erfüllet, die andere Helfte aber leer ist (§. 315.): so verhält sich die Anzahl der Theile in der goldenen Kugel zu dem gantzen Raume, den sie erfüllet, wie 20 zu 40. Da sich nun die Schwere des Wassers zur Schwere des Goldes verhält wie 1000 zu 19636, das ist beynahe wie 1 zu 20: so muß sich die Anzahl der Theile in der Kugel von Wasser zu der Anzahl der Theile in der goldenen Kugel wie 1 zu 20, und also zu dem Raume, welchen die gantze Kugel erfüllet, wie 1 zu 40 verhalten. Solchergestalt bleiben 39 Theile des Raums, in welchem das Wasser ausgebreitet ist, leer, und nur einer ist mit eigenthümlicher Materie des Wassers erfüllet. Es verhält sich demnach die Anzahl der Wassertheilgen zu der Anzahl der Zwischenräumgen wie 1 zu 39.

Die Wassertheilgen sind sehr klein.

§. 360. Ob nun gleich die Anzahl der Zwischenräumgen im Wasser so sehr groß ist; so sind doch seine Theilgen dergestalt klein und subtil, daß man sie auch mit den besten Vergröfferungsgläsern nicht erblicken kan. Wir können diese Subtilität der Wassertheilgen auch daraus abnehmen, weil sie in die allermeisten Cörper hineindringen, welches nicht geschehen könnte, wenn sie nicht klein genug wären. Wenn das Wasser in die Zwischenräumgen der festen Cörper hineindringt: so ver-

verhindert es, daß die Theile dieses Cörpers einander in gnugsamen Puncten berühren. Da nun solchergestalt ihr Zusammenhängen vermindert wird (§. 189.); und man einen Cörper weich zu nennen pflegt, wenn seine Theile nicht starck zusammenhängen: so werden die festen Cörper erweichet, wenn das Wasser in ihre Zwischenräumgen hineindringt. Wir sehen dieses an dem Thone, dem Leder, Pappiere und dergleichen Cörpern. Nur bey dem Schnee scheint es was besonders zu seyn, indem ein Schneeball, wenn man ihn in das Wasser legt, nicht weich, sondern vielmehr harte gemacht wird. Wir müssen aber auch bedencken, daß der Schnee ein sehr lockerer Cörper ist, der ungemein grosse Zwischenräumgen hat, und welcher also dem Hineindringen des Wassers nicht widersteht. Da sich nun solchergestalt die Theile des Schnees in sehr wenig Puncten berühren: so hängen sie schlecht unter einander zusammen (§. 189.); kömmt aber das Wasser in die Zwischenräumgen hinein: so vermehrt es, als ein dichter Cörper, die Anzahl der Berührungspuncte (§. 197.), es macht das Zusamnienhängen der Schneetheilgen stärcker (§. 189.), und hilft also die Härte des Schneeballs vermehren.

§. 361. Das Wasser ist ein schwerer flüssiger Cörper (§. 357.). Da sich nun ein schwerer Cörper gegen den Mittelpunct der Erde bewegt, wenn seine Bewegung nicht ver-

Ursache von der Bewegung der Flüsse.

verhindert wird (§. 119.): so muß sich auch das Wasser dem Mittelpuncte der Erden so lange nähern, als es kan. Weil nun ein Ort hoch ist, wenn er weit von dem Mittelpuncte der Erden entfernet, und tief, wenn er demselben nahe ist: so muß sich das Wasser immer von dem höhern Orte gegen den tiefern bewegen, und dieses ist die Ursache von der Bewegung der Flüsse. Denn die Erfahrung lehrt bey dem Nivelliren, daß der Ort, da der Fluß hinläuft, jederzeit tiefer liegt als der, wo er herkömmt. Hierbey entsteht billig die Frage, woher die Quellen, aus welchen Seen und Flüsse entstehen ihren Ursprung genommen haben. Eine Sache mit deren Untersuchung sich die Naturkündiger vor allen Zeiten sehr beschäftiget haben und daher auf verschiedene Meynungen verfallen sind. Unter allen ist wohl nichts unwahrscheinlicher, als daß die Quellen ihren Ursprung durch unterirdische Canäle aus dem Meere genommen hätten. Denn sie entspringen meistentheils an denen Bergen welche viel höher liegen als das Meer, wie wolte nun das Wasser da hinauf gekommen seyn, da es allemahl in Röhren, die unter einander Gemeinschaft haben vermöge dessen was vom Drucke der flüßigen Materie erwiesen worden ist, gleich hoch stehen muß. Daher haben andre der Sache zu helfen gesucht, und behauptet, es würde dieses Wasser durch eine unterirdische

Wär-

Wärme in Dünste verwandelt, und solchergestalt nicht nur weiter in die Höhe gebracht, sondern zugleich auch süsse gemacht. Indem das Meersalz welches nicht so wie das Wasser verrauchte in der Erde zurück bliebe. Allein es würde sehr schwer seyn allemahl die Gegenwart dieser unterirdischen Canäle zu erweisen. Wir haben aber auch gar nicht nöthig hierauf zu verfallen, da durch Regen, Thau, und Schnee so viel aus der Luft herunterkommt, welches vollkommen zur Unterhaltung der Quellen hinreichend ist. Man bedencke nur, daß sich der gröste Theil des Weltmeeres in dem hitzigen Striche des Erdbodens befindet. Was vor eine Last Wasser muß also nicht durch die daselbst beständig anhaltende Hitze täglich in Dünste verwandelt werden; welche vermittelst der Winde auch in andre Länder gebracht werden können. Dieses von Regen und Schnee entstandene Wasser zieht sich in den Sand der sich auf den Bergen befindet hinein, und sammlet sich nach und nach, sonderlich wenn es auf steinigte Gegenden kömmt, dergestalt, daß es einen Ausbruch nehmen, und so lange fortfliessen kan biß sich durch Nebel, Thau, Regen oder Schnee von neuem was gesammlet hat. Daher treffen wir dergleichen Quellen meistentheils in der Mitte, oder am Fusse der Berge an, und ich zweifle ob man jemahls an der höchsten Spitze eines Berges eine Quelle ent-

entdecken wird. Eben daraus läst sich begreiffen warum das Wasser bißweilen aus denen Quellen herausspringt, nimmermehr würde dieses geschehen können, wenn es nicht von einem höhern Orte herabgeflossen wäre (§. 159.). Seen, Teiche und Flüsse nehmen aus dergleichen Quellen ihren Ursprung. Aber mit denen gewöhnlichen Brunnen auf den platten Lande, hat es öfters eine andere Beschaffenheit; indem sie meistentheils aus einem nahe dabey gelegenen Flusse, Teiche oder See entstehen; und daher auch wachsen wenn der Fluß anläuft und fallen, wenn in diesem das Wasser zu fallen begint. Dieses gilt so gar von dem Meere, denn wenn man nicht weit von dem Ufer in die Erde gräbt, so findet man Wasser so bald man auf eine sandigte Gegend kömmt. Es ist wahr dieses Wasser ist susse, und das Meer wasser salzig, und sollte wohl die Tochter der Mutter so unähnlich seyn können? Aber muß es nicht auch sein Salz zurücke lassen indem es durch den Sand hindurch geht? Das Experiment ist leicht anzustellen, dadurch dieses erwiesen werden kan. Man lasse sich Töpfe verfertigen, deren Boden mit kleinen Löchergen versehen sind, man erfülle sie mit Sande und setze einen über den andern, in den obersten giesse man salzigtes Wasser, so wird dieses immer aus einem Topfe in dem andern, durch den Sand hindurch lauffen, uud nachdem dieses

ge-

geschehen so wird es nicht mehr salzig, sondern süsse wie anderes Wasser befunden. Dieses ist zugleich ein Mittel das Wasser zu reinigen, und eben daher pflegt das Quellwasser viel reiner als das Regenwasser zu seyn. Denn in der Luft befinden sich beständig viel fremde Ausdünstungen die sich mit den wässerigen Dünsten vermischen und zugleich mit ihnen im Regen herabfallen. Aus eben dieser Ursache ist die Mode gar nicht zu tadeln wenn man gewisse Sandsteine aushöhlen läst, und das Wasser dessen man sich zum Trincken bedienen will, hineingiest. Denn so läuft es durch die Zwischenräumgen des Steines hindurch, und läst alle Unreinigkeiten zurück.

§. 362. Man bemerckt es an dem Wasser als etwas besonders, daß es sich gantz und gar nicht zusammendrücken läßt. Nur die Kälte allein ist geschickt, dasselbe in einen engern Raum zu bringen, dergestalt, daß ein rheinländischer Cubicschuh Wasser, welcher im Sommer 64. Pfund wiegt, des Winters um 1 Pfund schwerer befunden wird, welches ein gewisses Kennzeichen ist, daß sodann das Wasser dichter seyn muß. Daß es aber durch eine andere Kraft nicht könne zusammengedruckt werden, hat die Florentinische Academie und Boyle mit folgendem Versuche dargethan. Sie haben goldene, silberne, bleyerne und zinnerne hole Kugeln mit

Das Wasser läßt sich nicht zusammendrücken.

Wasser erfüllet und mit einem Hammer darauf geschlagen, oder sie auch in einer Presse zusammengedrückt. So bald nun ihre Figur durch das Zusammendrücken nur ein wenig geändert und ihr inwendiger Raum kleiner gemacht worden: so ist sogleich das Wasser durch die Zwischenräumgen der Kugeln unter der Gestalt der allerzärtesten Tröpfgen hindurchgedrungen. Da dieses nun selbst in der goldenen Kugel geschehen: so zeigt solches auf eine neue Art, wie klein die Wassertheilgen seyn müssen. Denn es ist bekannt, daß das Gold der schwereste und dichteste Cörper sey, und also die kleinsten Zwischenräumgen habe. Man kan es aber auch auf eine andere Art zeigen, daß sich das Wasser nicht zusammendrücken läßt, wenn man nemlich eine krumm
Tab. V gebogene gläserne Röhre ABCD in D zu-
Fig. 73. schmeltzt und die Röhre CD mit Wasser erfüllet: so mag man in die andere Röhre AB so viel Queckſilber gieſſen als man will: so wird doch niemahls das Wasser in der Röhre CD in einen engern Raum gebracht werden. Ja man kan die Härtigkeit der Wassertheilgen und den davon herrührenden grossen Widerstand so gar fühlen, wenn man mit der flachen Hand auf das Wasser schlägt. Denn man wird einen desto empfindlichern Schmertz in der Hand empfinden, je heftiger man damit geschlagen hat.

§. 363.

§. 363. Daß das Waſſer von der Wärme ausgedehnt werde, iſt bereits dargethan worden (§. 258.). Dieſe Ausdehnung beträgt den 26ſten Theil des Raums, welchen das Waſſer einnimmt, wenn man nemlich die Ausdehnung des Waſſers von dem Grade der Kälte, welchen es hat, da es anfängt zu frieren, biß auf den höchſten Grad ſeiner Hitze, den es erlangt, indem es in das Kochen geräth, obſerviret. Nicht allein aber das Waſſer, ſondern auch die in demſelben befindliche Luft muß ſich von der Wärme ausdehnen (§. 263.). Geſchiehet dieſes: ſo treibt die Luft mehr Waſſer aus der Stelle. Da ſie nun ſolchergeſtalt von dem umſtehenden Waſſer ſtärcker gedruckt wird, und über diß von leichterer Art iſt: ſo ſteigt ſie unter der Geſtalt kleiner Bläsgen in dem Waſſer in die Höhe (§. 174.). Wenn die Ausdehnung der in dem Waſſer befindlichen Luft nicht allzuheftig geſchiehet: ſo hängen ſich die kleinen Luftblaſen an das Gefäſſe an, wie man ſolches des Sommers wahrnehmen kan, wenn man ein Glas kaltes Waſſer in die warme Luft ſetzet. Denn man wird finden, daß ſich die kleinen Luftbläsgen häufig an das Glas anhängen, und dieſes entweder darum weil die anziehende Kraft des Glaſes ſtärcker iſt, als die anziehende Kraft des Waſſers oder weil die Ungleichheiten an dem Glaſe das Hinaufſteigen der kleinen Blaſen verhindern.

Was in dem Waſſer vorgehet wenn es erwärmet wird.

Wenn die Hitze des Wassers sehr vermehrt wird: so wird auch die Ausdehnung der Luft in demselben grösser. Sie steigt demnach häufig und mit grosser Geschwindigkeit in demselben in die Höhe. Dadurch wird nun die Oberfläche des Wassers nicht allein gantz unruhig gemacht, sondern es geräth auch das Wasser insgesamt in eine heftige Bewegung, und man sagt alsdenn, daß es kochet. Wenn nun das kochende Wasser in einer heftigen Bewegung ist: so muß es beständig an das Gefässe anstossen. Stößt es an das Gefässe an: so erregt es in demselben einen Schall, wenn dieses elastisch genug ist (§. 331.). Daher findet man, daß ein kupferner Kessel öfters einen Ton von sich giebt, wenn das Wasser darinnen kocht. Denn das kochende Wasser verrichtet eben die Würckung, als viele kleine Hammer, welche beständig an den Kessel anschlagen. Mit dieser Begebenheit muß man eine andere nicht vermengen da unsere gewöhnliche Theekessel so zu sagen an zu singen fangen, ehe das Wasser darinnen kocht, oder wenn es zu kochen aufhöret. Denn weil dergleichen Theekessel eine Röhre mit einer engen Eröfnung haben: so bewegen sich die Dünste und mit ihnen zugleich die erwärmte Luft durch diese enge Oeffnung. Muß also nicht ein Ton entstehen (§. 348.)? der desto höher ist, je geschwinder sich die Luft bewegt

(§.

(§. 339.) das ist je mehr die Hitze vermehret wird.

§. 364. Wenn das Wasser in einem Topfe kocht: so ist die Oberfläche des Wassers uneben. Da nun eine krummlinichte Fläche allemahl grösser ist, als eine geradlinichte, wenn beyde zwischen einerley Grentzen enthalten sind: so wird die Oberfläche des Wassers grösser seyn, wenn es in dem Topfe kocht, als wenn dieses nicht geschiehet. Je grösser die Oberfläche eines heissen Cörpers ist, desto geschwinder gehet das Feuer aus ihm in die kalte Luft, welche ihn umgiebt, herüber (§. 280.). Wenn nun solchergestalt die Oberfläche des kochenden Wassers ihr Feuer beständig verlieret: so wird das Wasser mitten im Topfe wärmer seyn, als das Wasser auf der Oberfläche. Wenn es ferner gewiß ist, daß sich das Feuer immer gegen den kältern Ort bewegt (§ 245.); so wird man nicht zweifeln, daß die Feuertheilgen geschwind durch den Topf hindurch fahren und sich gegen die Oberfläche des Wassers bewegen werden, so lange dieses kocht. Da sich aber die Feuertheilgen viel gleicher vertheilen, wenn die Oberfläche des Wassers nicht mehr durch das Kochen beunruhiget wird: so steigen sie alsdenn nicht nur in die Höhe, sondern sie dringen auch durch den Boden des Topfes hindurch; sie bewegen sich gegen die Hand, welche den Boden berührt, sie würcken in dieselbe. Und hieraus wird

Warum der Boden eines Topffes erst heiß wird, wenn das Wasser zu kochen aufhöre?

man urtheilen können, woher es komme, daß der Boden eines Topfes nicht sonderlich warm ist, so lange das Wasser darinnen kocht; und warum er hingegen sehr heiß anzufühlen ist, wenn das Wasser zu kochen aufhöret.

Wie der Schaum entstehet.

§. 365. Wenn eine zähe flüßige Materie gekocht wird: so kan die Luft nicht gleich heraus gehen, sondern sie hebt die oberste Rinde der flüßigen Materie mit sich in die Höhe; und auf diese Weise entstehen Blasen auf der Oberfläche eines solchen Cörpers, welche man Schaum zu nennen pflegt. Es muß demnach eine flüßige Materie desto stärcker schaumen, je zäher sie ist. Denn desto stärcker hängen ihre Theilgen zusammen und desto schwerer können die Luftblasen zerplatzen. Wenn sich nun diese Blasen sehr vermehren: so nimmt die flüßige Materie einen viel grössern Raum ein und läuft öfters zu dem Gefässe heraus, wie wir solches an der kochenden Milch und andern zähen flüßigen Materien wahrnehmen. Wenn eine Luftblase gantz allein auf der Oberfläche einer flüßigen Materie steht: so muß sie die Figur einer halben Kugel haben. Denn die in der Blase eingeschlossene Luft drückt, vermöge ihrer Elasticität, nach allen Gegenden gleich starck; wenn aber mehrere solche Blasen einander berühren, so ziehen sie einander an sich (§. 186.), und da sie dadurch in dem Orte, wo sie einander berühren, platt gedruckt werden:

so

so bekommen die Blasen eine vieleckigte Figur.

§. 366. Man mag das Wasser und andere flüßige Materien entweder kochen oder nur lange genug an der freyen Luft stehen lassen: so werden sie sich nach und nach verlieren. Man würde sich sehr übereilen, wenn man glauben wollte, sie wären in nichts verwandelt worden. Nein, dieses ist nicht möglich, und es kan nicht das geringste Stäubgen der Materie in der Welt verlohren gehen. Es reissen sich vielmehr sehr kleine Theilgen der flüssigen Materie los und gehen in die Luft; und diese kleinen Theilgen einer flüßigen Materie, die schwerer ist als die Luft und welche sich in der Luft befinden, bekommen den Nahmen der Dünste. Es haben es demnach die Alten versehen, wenn sie geglaubt haben, es werde das Wasser in die Luft verwandelt, wenn es ausdunstet. Denn man darf nur einen kalten Cörper über siedendes Wasser halten: so werden sich die Dünste daran hängen, ihn befeuchten und wieder in Tropfen zusammenfliessen. Von den Dünsten.

§. 367. Man betriegt sich, wenn man sich einbildet, es sey eine einzige Ursache hinreichend das Aufsteigen der Dünste begreiflich zu machen. Durchaus nicht. Man muß auf mehreres hierbey acht haben, und es wird der Mühe werth seyn eins nach dem andern zu betrachten. Der erste Anfang von dem Auf- Fernere Bestätigung des vorigen.

steigen der Dünste ist allem Ansehen nach der Würckung der Feuertheilgen zuzuschreiben. Denn wenn das Wasser oder eine andere flüßige Materie wärmer ist als die Luft, so bewegt sich das Feuer aus dem warmen Wasser in die kalte Luft herüber (§. 245.). Da nun die Feuertheilgen mit den Wassertheilgen zusammenhangen, und die erstern eine grosse Gewalt haben, warum solten sie nicht Dünste von einer flüßigen Materie losreissen und in die Luft führen können? Wolte man zweifeln, ob sie dieses zu thun vermögend wären: so will ich nur ein einziges Experiment dabey in Erwegung zu ziehen bitten. Wenn man ein Eisen glüend macht, und es plötzlich an die kalte Luft bringt: so werden viele Funcken von dem glüenden Eisen allenthalben hin zerstreuet werden. Man wird wohl nicht zweifeln, daß die Funcken kleine Stückgen Eisen sind. Warum reissen sie sich nun los und fliegen davon? Vielleicht dehnt sich die Luft in dem Eisen so starck aus, und stößt diese Theilgen fort. Allein, so müsten ja auch Funcken herausspringen, wenn es noch in der Flamme läge. Vielleicht reißt die Luft durch ihre Bewegung diese Funcken von dem Eisen loß. Wenn aber dieses wäre, so müsten sie sich nur in die Höhe, nicht aber nach allen Gegenden bewegen. Denn wenn die Luft von dem heissen Eisen ausgedehnt wird: so wird sie von leichterer Art und steigt also in

die

die Höhe (§. 174.). Würden aber nicht die Funcken dieser Bewegung folgen müssen? Alle diese Ursachen können demnach nicht statt haben, nur diese einzige bleibt übrig. So bald das glüende Eisen in die kalte Luft kömmt: so gehet das Feuer geschwind in die kalte Luft herüber (§. 245.), und da es mit dem Eisen zusammenhängt (§. 244.): so reißt es diese kleine Theilgen mit loß, und führet sie fort. Kan nun das Feuer Eisentheilgen mit sich fortführen, warum solte es dergleichen nicht mit den Wassertheilgen, die doch viel leichter sind, verrichten können? Ja, es gehet dieses desto leichter an, da das Zusammenhängen der Wassertheilgen, selbst durch das hineingedrungene Feuer vermindert wird. Vielleicht geschiehet das Aufsteigen der Dünste so, wie die chymischen Solutionen. Man kan eben nicht sagen, daß dieses unwahrscheinlich sey, die Luft ist in der That von leichterer Art, als diejenigen flüßigen Materien, welche in Dünste verwandelt werden. Sie besitzet also eine Eigenschaft, die zur Solution erfodert wird, ja alle die Schwürigkeiten, welche sich zeigen, wenn man das Hinaufsteigen der Dünste aus hydrostatischen Gründen begreiflich machen will, fallen hier gleichsam von selber weg, und es scheinet nicht mehr zu bewundern zu seyn, daß Dünste in der Luft in die Höhe steigen, als daß sich das Eisen in Scheidewasser, und das Salz in Wasser auf-

löset. Ob man nun gleich nicht darthun kan, daß diese Meynung ungegründet seyn solte; so läßt sich doch nicht behaupten, daß sie hinreichend wäre, das Aufsteigen der Dünste vollkommen begreiflich zu machen. Denn ist das Aufsteigen der Dünste nichts anders als eine Solution flüßiger Materien von der Luft, wie können denn Dünste in luftleeren Raume entstehen; freylich geschiehet dieses nicht ordentlicher Weise, sondern man muß folgendergestalt dabey verfahren. Man setzt Wasser oder Queckſilber unter einen gläsernen Recipienten, und pumpet die Luft rein aus, nachdem dieses geschehen, erhitzt man dergleichen flüßige Materie, und alsdenn nimmt man wahr, daß Dünste heraus gehen. Freylich steigen die Queckſilberdünste nicht so hoch als die wäſſrigen Dünste in luftleeren Raume in die Höhe; ist es aber auch zu verwundern, da das Queckſilber viel schwerer ist als das Wasser? Hier kan ich nun nicht sagen, daß das Aufsteigen dieser Dünste aus hydrostatischen Gründen hergeleitet werden müsse, denn wer wolte wohl behaupten, daß die subtile Materie, welche zurück bleibt, nachdem man die Luft herausgepumpet hat, schwerer wäre als Queckſilber und Wasser. Daß die Luft das Queckſilber oder Wasser aufgelöset habe, kan man eben so wenig sagen, da gar keine Luft vorhanden ist. Und so sehe ich nicht, ob man auf was anders verfallen könne, als auf

die

die Wärme, und die damit verknüpften Bewegungen der Feuertheilgen gegen den kältern Ort. Denn daß dieses die wahre Ursache sey, erhellet daraus, daß in dem gedachten Experimente die Dünste zu Boden fallen, so bald der Recipiente kalt wird.

§. 368. Es haben es einige Naturkündiger vor nöthig gehalten, die Dünste von leichterer Art zu machen als die Luft. Sie versichern zu dem Ende, daß die Dünste lauter hole Bläsgen sind, welches Derham durch ein Vergrösserungsglas wahrgenommen haben will, als er die Dünste durch einen Sonnenstrahl erleuchtet, welcher in ein verfinstert Gemach hineingefallen. Ich will diese Observation nicht in Zweifel ziehen. Nein, ich halte es selbst vor wahrscheinlich, daß die Dünste kleine mit Luft erfüllte Bläsgen sind. Aber sind sie deswegen leichter als die Luft? Dieses läßt sich schwerlich behaupten. Denn wenn die Luft, in dergleichen kleinen Blase, von eben der Dichtigkeit ist wie die äussere: so ist dergleichen Cörper aus Luft und Wasser zusammengesetzt. Er ist also, weil das Wasser schwerer ist als die Luft, allerdings ein Cörper von schwererer Art und sinckt in der Luft zu Boden. Sehen wir nicht, daß die Wasserblasen, welche man mit einem Strohhalme macht, in einer stillen Luft zu Boden fallen? Und wie ist es anders möglich? Dergleichen Blase ist nicht anders, an-

Die Dünste sind schwerer als die Luft.

zu-

zusehen als eine hole eiserne Kugel, welche mit Wasser erfüllet ist. Diese wird aber niemals im Wasser schwimmen. Wenn also die Dünste Bläsgen seyn sollen, welche leichter sind als die Luft: so müste die Luft, welche in ihnen wäre, durch die Wärme dergestalt verdünnet seyn, daß das ganze Bläsgen leichter wäre als die Luft, welche eben so viel Raum erfüllete (§. 158.). Wenn wir aber bedencken, daß die Luft 800 bis 1000 mahl leichter sey als das Wasser: so müste das Wasser in einen 1000 mahl grössern Raum ausgedehnt werden, ehe es leichter würde als die Luft. Solchergestalt verhielte sich der Diameter eines solchen Bläsgens zu dem Diameter eines Wassertröpfgens von gleicher Schwere, wie 10 zu 1 (§. 212. Geom.). Ich sehe aber nicht, warum das Feuer in die Höhle eines solchen Bläsgens so häuffig hineindränge, darinnen doch nur eine sehr subtile Materie anzutreffen ist (§. 247.). Vielweniger begreiffe ich, wie das Feuer darinnen verbleiben wolte, wenn die Dünste in die kalte Luft kommen (§. 245.). Es geht also nicht wohl an, daß man behauptet, es wären die Dünste von leichterer Art als die Luft; obgleich ihre Schwere dadurch, daß sie in kleine Bläsgen von der Wärme ausgedehnt werden, in etwas vermindert wird. Indessen ist es doch wahr, daß die Luft etwas von der Schwere der Dünste träget, nemlich so viel

als

als die Luft wieget, welche sie aus der Stelle treibet. Aber eben daraus folget, daß dieses sehr wenig seyn müsse. Denn weil die Luft zum wenigsten 800 mahl leichter ist als das Wasser, so kan sie wenig über den 800ten Theil von der Schweere der Dünste tragen, wenn wir schon annehmen, daß die Dünste hohle und mit Luft erfüllete Bläßgen sind. Und warum giebt man sich endlich so viel Mühe, die Leichtigkeit der Dünste zu erweisen, da niemand zweifelt, daß sich die Luft, darinnen die Dünste schwimmen, beständig bewegt? Freylich kan sie durch ihren Druck allein die Dünste nicht in die Höhe heben; wenn sie sich aber bewegt: so ist ihr dieses eben so wohl möglich als Staub und Sand fortzuführen, welches die tägliche Erfahrung von dem Winde bezeuget (§. 86). Ich halte demnach dieses für die vornehmste Ursache warum die Dünste so hoch in der Luft in die Höhe steigen, weil sich die Luft beständig bewegt. Es ist dabey gar nicht nöthig, daß ihre Bewegung jederzeit von der Erde in die Höhe geschehe, um die Dünste hinauf zu treiben. Nein keinesweges, auch die horizontale Bewegung ist geschickt solches zu thun. Erfüllet nur ein Glas mit Wasser, und werfet Sand darein, daß er darinnen zu Boden fällt, rühret das Wasser um, so wird seine Bewegung mit dem Horizonte parallel geschehen, dem aber ohngeacht, wird der Sand in dem

Was-

Wasser gerade in die Höhe steigen, und nicht eher wieder zu Boden fallen, bis die Bewegung des Wassers aufgehört hat. Fragt man diejenigen, welche glauben, daß die Dünste leichter sind als die Luft, warum die Dünste in der obersten Luftgegend hängen bleiben, so ist ihnen nichts leichter als diese Frage zu beantworten. Sie sagen uns, daß die obere Luft leichter sey, als die untere, und die Dünste stiegen so lange in die Höhe, biß sie in eine Luftgegend gekommen wären, die mit ihnen einerley Art der Schwere hätte. Allein dieses einzige kan die Sache nicht wahrscheinlich machen. Es ist wahr, daß die obere Luft leichter und dünner ist als die untere und also weniger von der Schweere der Dünste tragen kan, sie ist zugleich aber auch viel ruhiger, oder bewegt sich zum wenigsten nicht mit einer so grossen Gewalt, wie die untere. Die Dünste haben daselbst bey nahe ihre Wärme verlohren, und was ist es Wunder daß ein Stillstand erfolget, wenn der Widerstand bleibet, und alle bewegende Kräfte vermindert werden.

Die Dünste bewegen sich gegen den kältern Ort.

§. 369. Die Dünste bewegen sich vermittelst der Feuertheilgen, mit welchen sie zusammenhängen (§. 367.). Da sich nun das Feuer beständig gegen den kälteren Ort bewegt (§. 245.): so müssen sich auch die Dünste in einer ruhigen Luft von dem wärmern Orte gegen den kältern hinbegeben. Man findet

findet dieses auch so in der Erfahrung. Denn wenn es in einer Stube warm, und dabey sehr feuchte, in der Kammer aber kalt ist: so werden sich die Dünste in der kalten Kammer häufig sammlen. Wenn man einen kalten Spiegel oder metallene Platte in eine warme Stube bringt, darinnen viele Ausdünstungen sind: so begeben sie sich sogleich gegen den kalten Cörper und hängen sich unter der Gestalt kleiner Tröpfgen daran. Endlich kan man auch daraus abnehmen, wie sich die Dünste gegen die kalte Luft bewegen, wenn man siehet, daß des Winters die Flüsse zu rauchen anfangen, wenn auf einmahl sehr kaltes Wetter einfällt.

Wie das Wasser gefrieret.

§. 370. Wenn das Wasser seine Feuertheilgen verliert: so wird es dichter gemacht (§. 255.). Es berühren demnach die Wassertheilgen einander in mehreren Puncten, sie hängen folglich stärcker unter einander zusammen; und die Erfahrung lehret, daß dieses Zusammenhängen dergestalt zunimmt, daß aus dem Wasser ein fester Cörper wird, welchen man das Eis zu nennen gewohnt ist. Da nun solchergestalt das Wasser seine Flüßigkeit durch das Feuer erhält; da es ferner ausgemacht ist daß sich in dem Wasser beständig viel Luft befindet (§. 319.): so folgt, daß auch das reinste Wasser ein Cörper sey, welcher aus Theilgen des Eises, des Feuers und der Luft zusammengesetzt ist.

§. 371.

Wenn das Wasser von oben gefrieret.

§. 371. Wenn eine sehr kalte Luft die Oberfläche des Wassers berührt: so verlieret das Wasser seine Feuertheilgen in der Oberfläche zuerst (§. 245). Da nun solchergestalt die Ursache von seiner Flüßigkeit hinweggenommen wird: so muß die oberste Rinde des Wassers in Eis verwandelt werden (§. 370.). Und hieraus sieht man, warum das Wasser gewöhnlicher Weise von oben zu gefrieren anfange.

Die Luft geht aus den Zwischenräumen des Wassers heraus wenn es gefrieret.

§. 372. Weil das Wasser, indem es gefrieret, dichter gemacht wird (§. 370.): so werden seine Zwischenräumgen kleiner. Da nun diese mit Luft erfüllet sind (§. 319.): so wird dieselbe zusammengedrückt, ihre Elasticität wird vermehrt (§. 309.), und sie wird genöthigt, aus den Zwischenräumgen des Wassers heraus zu gehen. So bald sie aus den Zwischenräumgen vertrieben ist: so steigt sie, weil sie von leichterer Art ist als das Wasser, in demselben, unter der Gestalt kleiner Blasen, in die Höhe. Und es wird uns nicht befremden, daß die Bewegung der kleinen Luftblasen so langsam geschiehet, wenn wir bedencken, daß die Wassertheilgen, die sie von einander trennen müssen, desto stärcker zusammenhängen, je kälter das Wasser ist (§. 370.). Wenn nun die oberste Rinde des Wassers bereits gefroren ist: so können die kleinen Luftblasen nicht herausgehen. Sie gehen also in grössere Blasen zusammen, wenn sie ein-

Digitized by Google

ander berühren. Und dieses ist die Ursache, warum wir in dem Eise so viele Luftblasen antreffen. Wenn man daher durch kochen und und vermittelst der Luftpumpe die Luft aus den Zwischenräumgen des Wassers herausbringt (§. 319.), und es sodann gefrieren läßt: so werden viel weniger Blasen in dem Eise seyn. Daß es aber nicht gantz ohne Blasen ist, ist desto weniger zu verwundern, da man durch diese Mittel unmöglich alle Luft aus dem Wasser herausbringen kan.

Warum sich das Wasser ausdehnet wenn es gefrieret.

§. 373. Die meisten Würckungen, welche das Wasser verrichtet, indem es gefrieret, lassen sich aus der Elasticität der Luft, welche aus den Zwischenräumgen des Wassers vertrieben worden, begreiffen. Wir werden also nicht übel thun, wenn wir hier untersuchen, was da erfolge, wenn die aus den Zwischenräumgen des Wassers vertriebene Luft in Blasen gesammlet wird. Folgendes Experiment wird uns hierinnen ein Licht geben können. Wenn man ein etwas weites Glas AB, darinnen die Röhre C befestigt ist, bis in F mit Wasser erfüllet, und auf den warmen Ofen setzt: so werden sich viele kleine Luftblasen inwendig an dem Glase anhängen (§. 363.). Man mercke sich so dann die Höhe des Wassers in der engen gläsernen Röhre, und schüttele das Glas, damit die Luftblasen von demselben loß gerissen und in eine grosse Luftblase gesammlet werden. So bald dieses geschiehet, so

Tab. V Fig. 63

wird das Wasser, wenn es vorher in D gestanden, aus D in E in der Röhre hinaufsteigen. Wenn das Wasser aus D in E in der Röhre hinaufsteigen soll: so muß es sich in einen grössern Raum ausbreiten. Da nun dieses Hinaufsteigen erfolget, so bald die kleinen Luftblasen in eine grosse vereinigt werden: so lehrt die Erfahrung, daß das Wasser in einen grössern Raum ausgebreitet werde, wenn die Luft aus seinen Zwischenräumgen herausgetrieben und in Blasen gesammelt wird.

Warum das Eis leichter ist als das Wasser.

§ 374. Wenn es gewiß ist, daß die Luft, indem das Wasser gefrieret, aus den Zwischenräumgen vertrieben und in Luftblasen gesammlet werde (§. 372.): so wird auch alsdenn das Wasser in einen grössern Raum ausgedehnt werden müssen (§. 373.). Nun wird das Wasser durch das Gefrieren in Eis verwandelt (§. 370.). Derowegen muß das Eis einen grössern Raum einnehmen als das Wasser. Wenn das Eis einen grössern Raum als das Wasser erfüllet: so ist es von leichterer Art (§. 158.). Da nun ein Cörper von leichterer Art auf einer flüßigen Materie schwimmet (§. 172.): so muß auch das Eis auf dem Wasser schwimmen. Wenn im übrigen das Eis von der Luft, welche es in sich hält, in einen grössern Raum ausgedehnet, und also von leichterer Art gemacht wird als das Wasser: so sollte man daraus den Schluß

ma-

machen, es müsse das Eis, daß aus solchem Wasser entstanden, welches von Luft gereinigt worden, mit dem Wasser einerley Schwere haben, und also nicht darauf schwimmen (§. 185.). Allein, die Erfahrung lehrt das Gegentheil: denn dergleichen Eis schwimmet ebenfals wenn es auf das Wasser gelegt wird, ob es sich gleich viel tieffer als anderes eintauchet. Wie ist es aber auch anders möglich, da man weder durch Kochen, noch unter dem ausgeleerten Recipienten alle Luft herausbringen und völlig verhindern kan daß keine Blasen im Eise entstehen sollten.

Das Wasser zersprengt feste Cörper, wenn es darinnen gefrieret.

§. 375. Die Florentinische Academie hat durch die Erfahrung auszumachen gesucht, wie starck sich das Wasser ausdehnet, indem es in Eis verwandelt wird; sie haben aber gefunden, daß sich der Raum, welchen das Wasser erfüllet zu dem Raume, welchen das Eis einnimmt, verhält wie 8 zu 9. Aus dieser gewaltsamen Ausdehnung des Wassers läßt sich begreiffen, warum es die Gläser zersprengt, wenn es darinnen gefrieret. Hugenius hat einen starcken Flintenlauft mit Wasser erfüllet, und beyde Eröffnungen feste verstopfet. Nachdem nun das Wasser darinnen gefroren: so ist der eiserne Lauft mit einem starcken Knalle zersprungen. Die Florentiner haben ferner eine kupferne Kugel mit Wasser erfüllt und nach und nach so viel davon abgefeilt, bis sie endlich von dem darinnen gefro-

renen Wasser zersprengt worden. Und Müſſchenbröck hat befunden, daß diese Kugel zu zerreiſſen eine Kraft von 27720 Pfund erfordert werde, woraus man die grosse Gewalt, mit welcher sich das Eis ausdehnet, zur Gnüge ermessen kan. Weil nun dieses alles von der in dem Eise befindlichen Luft herrühret (§. 373.) so zerspringt ordentlicher Weise ein Glas nicht, wenn das darinnen gefrorne Wasser vorher wohl von der Luft gereinigt worden. Da sich aber gleichwohl auch dieses Eis ein wenig ausdehnet, indem es nicht möglich ist, alle Luft herauszubringen (§. 290.): so ist es bisweilen noch vermögend ein Glas zu zersprengen, wenn dieses nicht allzudicke ist.

Von den Hügeln auf dem Eise.

§. 376. Wenn sich viele Luftblasen in dem Wasser sammeln, ehe die oberste Eisrinde gar zu dicke wird: so geschieht es öfters, daß dieselbe von der Elasticität der eingeschloßnen Luft zersprengt, und das Wasser durch die Eröffnung herausgetrieben wird. Da nun das Wasser sogleich gefrieret, wenn es an die kalte Luft kömmt: so entsteht ein kleiner Hügel auf dem Eise, dergleichen man bey solchem Eise, das aus von Luft gereinigtem Wasser entstanden, niemahls gewahr wird.

Eis dunstet aus.

§. 377. Das Eis, ob es gleich ein fester Cörper ist, so dünstet es dennoch beständig aus, wenn die Kälte in der Luft sehr groß ist. Perrault hat gefunden, daß 4 Pfund Eis, welche 18 Tage lang an der freyen Luft gelegen,

gen, um ein ganzes Pfund leichter geworden sind; worqus man zugleich abnehmen kan, warum sich der Schnee, auch bey anhaltender Kälte, unvermerckt von der Erde verliert.

§. 378. Man setze ein Thermometer in kaltes Wasser, und bemercke, wie weit der Spiritus in demselben heruntergefallen ist, sodann werffe man Salpeter in das Wasser: so wird man wahrnehmen, daß der Spiritus im Thermometer sogleich noch tieffer herunterfällt, wenn sich der Salpeter in dem Wasser auflöset. Eben dieses geschiehet, wenn man sich an statt des Salpeters des Küchensaltzes, oder noch besser des Salmiacs bedienet. Wasser wird durch den Salpeter erkältet.

§. 379. Wenn man Schnee oder geschabtes Eis mit Saltze vermenget: so wird dergleichen Schnee durch das Thermometer viel kälter befunden werden, als er vorher gewesen. Man kan sich aber anstatt des gewöhnlichen Saltzes auch des Salmiacs, der Alaune, des Vitriols, des Scheidewassers und aquæ regis bedienen. Unter allen andern aber verursacht das mit dem Vitriolöhle gemachte Scheidewasser die gröste Kälte, wenn man es in Schnee oder geschabtes Eiß gießt. Man soll sagen, wie dieses alles zugehe. Wenn ein Cörper kalt werden soll: so muß er seine Wärme verlieren. Soll er seine Wärme verlieren: so muß die Gewalt der Feuertheilgen, welche er bey sich hat, geringer gemacht werden (§. 248.). Soll endlich Wie man eine kaltmachende Materie bekomme.

die Gewalt der Feuertheilgen gemindert werden: so muß entweder die Masse oder Geschwindigkeit derselben kleiner gemacht werden (§. 56.). Wenn also ein Cörper kalt werden soll: so muß er entweder seine Feuertheilgen verlieren, oder es muß ihre Bewegung gehemmet werden, oder es muß alles beydes erfolgen. Und das letztere widerfährt dem Wasser und Schnee, wenn sich das Saltz damit vermenget. Denn weil das Saltz ein dichterer Cörper ist als das Wasser, und das Feuer in einen dichtern Cörper häufig hineindringt (§ 247.): so wird es auch aus dem Wasser in das kalte Saltz herübergehen müssen. Es gehet dieses desto eher an, da das Saltz, wenn es sich in den Zwischenräumgen des Wassers befindet, in sehr kleine Theilgen aufgelöset wird, und also eine grössere Oberfläche bekömmt. Das Feuer nun, welches in das Saltz hineingedrungen, findet in demselben in seiner Bewegung einen grössern Widerstand. Da nun solchergestalt seine Geschwindigkeit geringer gemacht wird: so muß mit derselben zugleich die Wärme in dem Wasser abnehmen. Wir finden es ja auch in andern Fällen, daß das Wasser kalt wird, wenn man einen andern kalten und dichten Cörper hineinlegt. So ist es z. E. eine bekannte Sache, daß man gefrornes Obst in frisches Wasser zu legen pflegt, damit es darinnen wieder aufthaue. Denn, wenn ein erfrorner Apfel ins Wasser gelegt wird:

wird: so dringen die Feuertheilgen aus dem Wasser in den Apfel hinein, und da solchergestalt das Wasser, welches den Apfel umgiebet, eben so kalt wird als der Apfel (§. 245.), das Wasser aber zu Eis wird, wenn es so kalt wird (§. 370.): so wird auch der Apfel mit einer Schaale von Eis überzogen, und da er solchergestalt so viel Wärme wieder bekömmt, als erfordert wird, wenn die Säfte in ihm aufthauen sollen: so wird er wieder in seinen vorigen Zustand versetzt, und es ist bey nahe eben so viel, als wenn er nicht nicht gefroren wäre. Hätte man ihn aber auf einmahl in die Hitze gebracht: so würden die kleinen Röhrgen, daraus der Apfel zusammengesetzt ist, welche schon von dem darinnen gefrornen Safte ausgedehnt sind, von der Hitze noch weiter ausgedehnt worden seyn, sie würden haben zerreissen müssen: und daher kömmt es eben, daß ein gefrornes Obst, wenn man es in die Wärme bringt, so weich wird und seinen Geschmack verlieret. Ja aus keiner andern Ursache pflegen die Menschen die erfrornen Glieder ins Wasser oder in den Schnee zu stecken, als damit sie die verlohrne Wärme nicht auf einmahl, sondern nach und nach wieder bekommen möchten. Da indessen die Salze mit dem Wasser einerley Grad der Wärme haben, und dennoch vermögend sind, dasselbe kälter zu machen: so haben sie freylich für andern Cörpern etwas voraus: denn

sie besitzen bey eben den Grade der Wärme eine grössere Kraft die Feuertheilgen anzuziehen und zur Ruhe zu bringen.

Wie ein Teller in der warmen Stube anfrieret.

§. 380. Es ist eine bekannte Sache, daß man machen kan, daß ein Teller auf dem Tische neben dem warmen Ofen anfrieret. Will man die Probe machen: so giesse man Wasser auf den Tisch, und setze auf dasselbe einen zinnernen Teller. Auf den Teller thue man gesaltzenen Schnee; so wird der Teller auf dem Tische anfrieren, so bald der Schnee auf demselbigen zu schmeltzen anfängt. Denn weil Wasser viel wärmer ist, als gesaltzener Schnee (§. 379.): so muß das Feuer aus dem Wasser in den zinnernen Teller, und aus diesem in den gesaltzenen Schnee herüberdringen. Da nun solchergestalt das Wasser seine Wärme verlieret: so wird es zu Eis, und weil hingegen der Schnee erwärmet wird: so muß er zerschmeltzen. Daher wird man finden, daß der Teller nicht eher anfrieret, als bis der gesaltzene Schnee auf demselben zu schmeltzen anfängt. Denn so dann sind die Feuertheil- aus dem Wasser in den Schnee herübergedrungen. Indessen ist diß hierbey merckwürdig, daß sich das gedachte Experiment anstellen läst ohngeachtet man den Teller mit dem gesaltzenen Schnee auf glüende Kohlen gesetzt hat. Ich habe es folgendergestalt versuchet. Ich nahm einen zinnernen Teller, that Schnee drauf, unter welchen ich gemeines

nes Salz gemischet hatte. Diesen Teller setzte ich auf glüende Kohlen, die ich beständig anblasen ließ. Auf den gesalzenen Schnee setzte ich einen andern zinnern Teller, auf welchem kalt Wasser gegossen war. Nach wenigen Minuten war der Schnee zerschmolzen, und das Wasser auf dem zinnern Teller in Eis verwandelt. Wenn ich eben dieses Experiment anstellte, ohne den Teller mit dem gesalzenen Schnee auf die Kohlen zu setzen; so dauerte es jederzeit viel länger eher das Wasser gefror. Eine Sache, welche die Aufmercksamkeit geschickter Natürkündiger verdient, und deutlich beweiset, daß in den Salzen eine besondere Kraft sey das Gefrieren des Wassers zu befördern.

Wie das Wasser von unten gefrieret.

§. 381. Aus einer gleichmäßigen Ursache gefrieret das Wasser in einem Glase, wenn man es in gesaltzenen Schnee setzet. Steht nun bloß der unterste Theil des Glases im Schnee: so gefriert es von unten hinauf, und man kan alsdenn deutlich sehen, wie die Luft aus dem Wasser herausgehet. In diesem Falle zerspringt das Gläsgen nicht; wohl aber wenn man es gantz mit gesaltzenem Schnee bedeckt, damit es allenthalben gefrieret, und also die Luft nicht heraus gehen kan.

Ob Salze Ursachen der Kälte sind.

§. 382. Verschiedene Gelehrte, welche gesehen haben, daß die Salze die Kälte vermehren und das Gefrieren des Wassers be-

fördern, sind dadurch auf die Gedancken gerathen, daß die Kälte, so wie die Wärme, was würckliches wäre; da sich doch die Würckung der Kälte aus einem blossen Mangel der Wärme begreiffen läßt. Wenn man es aber bloß von dem Gefrieren des Wassers verstehen wollte, und behaupten, es könne zwar das Wasser von einem grossen Grade der Kälte gefrieren, es gefröre aber auch bey einem viel geringern, wenn nur viele Salze in der Luft vorhanden wären: so habe ich gar nichts dawider einzuwenden, da dieses eine Sache ist, welche selbst durch das oben (§. 380.) angeführte Experiment bestätigt wird, daraus erhellet, daß das Wasser eher auf den glüenden Kohlen als in der größten Kälte gefrieren könne. Indessen ist es seltsam, daß Ramazzini dieses als die Ursache des kalten Winters im Jahre 1709. angegeben, daß gegen Norden ein grosses Salpetergebürge eingefallen wäre, und der Nordwind diesen Salpeter in unsere Luft gebracht hätte: denn wer hat ihm dieses offenbahret? In Wahrheit man müste sehr klug seyn, wenn man dergleichen errathen wollte, und es ist in der Naturlehre eben so wenig wie in der Historie erlaubt, Begebenheiten zu erdichten. Daher bilde ich mir ein in meinen Gedancken von den kalten Winter des Jahrs 1740. viel natürlichere Ursachen davon angegeben zu haben. Es ist wahr, ich habe darinnen die in der

Luft

Luft befindliche Salze nicht vergessen, aber ich habe ihrentwegen kein Salpetergebürge einfallen lassen, sondern ihre Gegenwart aus den damahligen Schneefiguren, ich will eben nicht sagen, erwiesen, aber doch sehr wahrscheinlich gemacht. Indessen ist wohl zu mercken, daß die Salze den Schnee unmöglich erkälten können wenn sie selbst wärmer sind als derselbe. Man lasse ein Thermometer eine Nacht über bey der freyen Luft, das Salz aber an einem Orte da es nicht so kalt ist, stehen. Frühmorgends vermische man für Aufgang der Sonne dieses Salz mit dem Schnee, und setze das Thermometer hinein: so wird der Spiritus darinnen nicht fallen, sondern vielmehr in die Höhe steigen. Denn weil das Salz wärmer ist als der Schnee, so kan es ihn ohnmöglich seiner Wärme berauben, sondern es muß ihm vielmehr einen noch grössern Grad derselben mittheilen (§. 245.).

Das 10. Capitel,

Von der Erde.

§. 383.

Durch die Erde verstehet man einen Cörper, der sich weder im Wasser auflösen, noch im Feuer zerschmelzen läßt, und dessen Theilgen so schlecht zusammenhängen, daß man ihn mit den Fingern zerreiben kan. Wovon hier zu handeln.

Doch

Doch trift man die Erde selten allein an, sondern sie ist fast beständig mit andern Cörpern vermischt. Die Thiere und Pflantzen bestehen gröstentheils aus Erde, wie sich solches offenbahret, wenn sie verfaulen. Was ist der Staub, welcher in der Luft beständig herum fliegt, anders, als eine sehr subtile Erde? Man will auch in dem Wasser eine Erde angetroffen haben, weil dergleichen, nach verrichteter Destillation, in der Retorte zurückgeblieben. Es kan seyn, daß dieses Staub gewesen ist, welcher aus der Luft in das Wasser hineingefallen. Indessen ist es doch gewiß, daß das Wasser öfters viele irdische Theilgen bey sich hat. Wir sehen dieses an dem hiesigen Brunnen- und Flußwasser gantz offenbar; indem sich ein recht harter Stein in denen Kesseln, darinnen man dergleichen Wasser kocht, anzulegen pflegt. Weil endlich der gantze Weltcörper, welchen wir bewohnen, gröstentheils aus irdischen Cörpern zusammengesetzt ist, so pflegt man ihn die Erde zu nennen. In dem gegenwärtigen Capitel, soll nun von denen Dingen, die in der Erde befindlich sind, gehandelt werden.

Verschiedene Lagen der Erde.

§. 384. Wenn man in die Erde gräbet, so trift man verschiedene Schichten an, welche mit einander abwechseln, und da immer eine anders beschaffen ist als die andere. Varenius führt ein Exempel an, wie die Lagen der Erde abwechseln. Als man zu Amsterdamm

230 Schuhe tief in die Erde gegraben, so hat man die verschiedenen Lagen folgendergestalt befunden: schwartze Gartenerde 7 Schuhe, Torff 9 Schuhe, weicher Thon 9 Schuhe, Sand 8 Schuhe, Gartenerde 4 Schuhe, Thon 10 Schuhe, Erde 4 Schuhe, Sand 10 Schuhe, Thon 2 Schuh, weisser Sand 4 Schuh, trockne Erde 5 Schuh, Morast 1 Schuh, Sand 14 Schuh, sandigte Lette 3 Schuh, Sand mit Thon vermengt 5 Schuh, Sand mit kleinen Seemuscheln vermengt 4 Schuh, Thon biß auf 102, und endlich kieselichter Sand 31 Schuhe.

Ob die Schichten in der Erde von der Sündfluth herrühren.

§. 385. Es kan wohl nicht anders seyn, als daß die verschiedenen Lagen des Erdreichs durch Ueberschwemmungen entstanden sind. Wo wären die Seemuscheln so tief unter die Erde gekommen, wenn daselbst nicht vormals der Grund des Meeres gewesen wäre. Nun finden wir in der Historie keine merckwürdigere Ueberschwemmung, als die Sündfluth. Man verfällt demnach gantz natürlich darauf, daß dieses alles Würckungen der Sündfluth seyn müssen. An diesem Schlusse ist etwas wahres. Man kan nicht leugnen, daß eine so grosse Ueberschwemmug, dergleichen die Sündfluth gewesen, grosse Veränderungen in der Erde müsse hervorgebracht haben. Es scheint gantz leicht zu begreiffen, wie die Seemuscheln so tief unter die Erde gekommen seyn; und man macht kein Wunder daraus,

aus, daß so viele versteinte Thiere und Pflantzen fast allenthalben unter der Erde angetroffen werden, da die Sündfluth allgemein gewesen und über den gantzen Erdboden gegangen. Allein wenn man dieses alles von einer einzigen Ueberschwemmung herleiten soll: warum haben sich die verschiedenen Schichten in der Erde nicht so gesetzt, wie es ihre Schwere mit sich bringt? Warum musten über den leichtern eben wieder schwerere folgen (§. 384.)? Es muß also wohl mehr, als eine Ueberschwemmung, daran schuld seyn, und es müssen in vorigen Zeiten sehr wichtige Veränderungen auf dem Erdboden vorgegangen seyn, davon wir gantz und gar keine Nachrichten haben. Man erkennet dieses noch deutlicher aus denen in Stein verwandelten Sachen, die wir nun betrachten wollen.

Wie ein Stein entstehet erste Art.

§. 386. Wenn viele irdische Theilgen einander berühren: so ziehen sie einander an sich und hängen zusammen (§. 186.). Sind sie nun vermöge ihrer Figur geschickt einander in vielen Puncten zu berühren: so hängen sie desto stärcker zusammen (§. 189.). Es ist demnach möglich, daß dadurch, daß viele irdische Theilgen einander berühren, ein fester Cörper entstehen kan, dessen Theilgen ziemlich starck zusammenhängen. Wenn sich nun z. E. viele dergleichen irdische Theilgen im Wasser befinden, und das Wasser verraucht: so be-

berühren sie einander, und es wird ein dergleichen fester Cörper erzeuget, welchen man mit dem Nahmen eines Steines belegt. Auf diese Art entstehen die Steine in den küpfernen Kesseln, wenn das Wasser aus der Saale darinnen gekocht wird. Denn da es öfters so sehr trübe ist: so wird man wohl nicht zweifeln, daß es irdische Theilgen bey sich habe.

Andere Art der Erzeugung der Steine.

§. 387. Wenn ein Stein entstehen soll: so ist eben nicht allemal nöthig, daß das Wasser, welches die kleinen irdischen Theilgen bey sich führet, ausdunstet, sondern weil sie von schwererer Art sind als das Wasser (§. 357.): so fallen sie darinnen ohnedem, vermöge ihrer Schwere zu Boden, da es denn öfters geschiehet, daß sie einander berühren, unter einander zusammenhängen (§. 186.), und einen Stein erzeugen. Und auf diese Art werden öfters Steine in den Nieren und der Blase hervorgebracht.

Wie einige Brunnen Sachen in Stein verwandeln.

§. 388. Hieraus läßt sich begreiffen, wie einige Wasser die Sachen, so man hineinwirft, in Stein verwandeln können. Es werden nemlich die Sachen in dergleichen Brunnen mit Steine überzogen, und sind demnach von denen versteinten Sachen, welche man aus der Erde gräbt, sorgfältig zu unterscheiden.

Von den versteinten Sachen.

§. 389. Der Erdboden ist die rechte Schatz- und Kunstkammer der Natur. Denn ausser denen

denen Metallen begreift er eine solche Menge gebildeter Steine von allerhand Arten in sich, daß man sich billig darüber verwundert. In den grösten Tiefen findet man in Stein verwandelte Muscheln, menschliche Gerippe, Pflantzen und Fische, welche ihre Gestalt den härtesten Steinen eingedrückt haben. Wie man denn dergleichen Fische in den Rothenburgischen Kupferschieffern häufig antrifft. Wie sind alle diese Sachen so viele Klafftern tief unter die Erde gekommen? Vielleicht sind sie niemals dasjenige gewesen, was sie vorstellen: vielleicht hat sie die Natur spielend, durch einen blinden und ohngefehren Zufall hervorgebracht. In Wahrheit, dieses wird niemand sagen, als der dergleichen in Stein verwandelte Creaturen niemahls gesehen hat. Die Gestalt eines Fisches, einer Schnecke, eines Holtzes, darinnen eben die Figur, Grösse, Lage und Verhältniß der Theile, wie sie seyn muß, angetroffen wird, einem Zufalle, einem blossen Glücke, einem blinden Ohngefehr zuzuschreiben, ist ein Gedancke, den man nur haben kan, wenn man sich recht vorgesetzt hat, einen falschen Satz zu vertheidigen. Freylich entstehen öfters dergleichen Steine bloß zufälliger Weise. Die Baumannshöle bey Blanckenburg hat davon einen grossen Vorrath aufzuweisen. Denn das beständig in Gestalt der Tropfen herunterfallende Wasser verwandelt sich in Stein,

und

Und man hat daselbst steinerne Orgeln, Mönche, Hände, u. s. w. nachdem die versteinerte von ohngefehr Wassertropfen auf einander gefallen sind. Aber die Einbildung muß dabey das beste thun, und man würde öfters nicht wissen, was ein solcher Stein vorstellen solte, wenn man es nicht dabey sagte. Mit denen versteinten Sachen hingegen, welche man unter der Erde findet, ist es gantz anders beschaffen. Man darf sie nur sehen: so weiß man auch, was vor eine Art von Geschöpfen es gewesen ist. Man hat also wohl nicht zu zweifeln, daß dieses würcklich lebendige Creaturen gewesen; und daß sie durch grosse Ueberschwemmungen so tief in die Erde vergraben worden sind. Mit der Zeit haben sich ungemein kleine irdische Theilgen in ihre Zwischenräumgen hineingesenckt, und diese Cörper dergestalt in Stein verwandelt, daß sie dabey noch ihre vorige Figur und Grösse behalten haben. Es mag wohl vieles von der Sündfluth herrühren. Doch müssen noch ältere Ueberschwemmungen vorgegangen seyn, davon wir keine Nachricht haben: weil dieses alles binnen einem Jahre, so lange die Sündfluth gedauert nicht wohl hat können zu Stande gebracht werden.

Wie Kiesselsteine und Sandsteine entstehen.

§. 390. Die gebildeten Steine, darinnen die Gestalt so vieler Sachen abgedruckt ist, zeigen gar deutlich, daß die Steine selbst vormahls müssen flüßig gewesen seyn. Sind

die Theilgen, daraus sie erwachsen, sehr subtil: so berühren sie einander in vielen Puncten (§. 277.) sie hängen starck zusammen und es entsteht ein harter Stein. Warum befinden sich auf dem Grunde in den klärsten Bächen so viele harte Kieselsteine, als weil die steinigte Materie, welche das Wasser bey sich hat, so subtil ist, daß sie es auch nicht einmahl trübe macht? Sind aber die Theilgen gröber, so hängen sie nicht so starck zusammen (§. 89.), wovon wir an den Sandsteinen ein Exempel haben.

Von den Saltzen.

§. 391. In die Zahl der irdischen Cörper gehören nächst den Steinen sonderlich die Saltze, der Schwefel und die Metalle. Die Saltze lassen sich durch die Hitze zerschmeltzen, doch aber nicht, wie die Metalle, hämmern; sie lösen sich im Wasser auf, und geben einen Geschmack, wenn sie aufgelöset worden sind. Man werffe nur Vitriol, Salpeter, Küchensaltz, Zucker u. s. w. in das Wasser: so wird es sich darinnen unvermerckt verlieren, und das Wasser wird davon einen Geschmack bekommen. Dieses alles würde nicht möglich seyn, wenn nicht das Wasser in die Zwischenräumgen der Saltze hineindränge, und ihre Theile von einander absonderte. Wären nun die Wassertheilgen nicht grösser als die Zwischenräumgen der Saltze, oder hätten sie keine so grosse Kraft: so würden sie entweder frey hindurchgehen, ohne die Theile

des-

desselben von einander zu trennen, oder sie würden gar nicht vermögend seyn, in die Zwischenräumgen der Saltze hineinzudringen. Da man nun weder die Grösse, noch die Kraft der Theilgen aus Gründen bestimmen kan: so muß man durch die Erfahrung ausmachen, was vor eine flüßige Materie einen Cörper von gewisser Art auflöse. Wie wir z. E. wissen, daß das Wasser die Saltze und das Gummi, daß der spiritus vini die resinas, und daß das Queckſilber und die saueren spiritus die Metalle auflösen. Die Wärme hilfft fast alle Auflösungen befördern. Denn sie macht nicht nur die flüßige Materie subtiler und daher geschickter in die Zwischenräumgen eines andern Cörpers hineinzudringen, sondern sie setzt selbst die Theilgen der flüßigen Materie in Bewegung (§. 363.), und vermehret dadurch ihre Gewalt (§. 65.). Endlich so wird auch die Luft in den Zwischenräumgen des aufzulösenden Cörpers durch die Wärme ausgedehnt (§. 307.), und hilft durch ihre vermehrte Elasticität seine Theilgen von einander stossen. Daher wird man finden, daß sich allemahl ein Saltz im warmen Wasser geschwinder und häufiger als im kalten auflöset.

Wie das Wasser die Saltze auflöset.

§. 392. Wenn das Wasser weiter nichts thäte, als daß es die Theilgen der Saltze von einander absonderte: so würden dieselben auf dem Grunde liegen bleiben, und das Wasser

würde eben so wenig einen Geschmack davon bekommen, als wenn man Thon oder Sand hineingeworffen hätte. Weil aber ein jedes Wassertröpfgen einen saltzigen Geschmack bekömmt: so müssen sich die kleinen Saltztheilgen allenthalben zwischen den Wassertheilgen befinden. Sie sind demnach in dem Wasser in die Höhe gestiegen, und es fragt sich billig, wie dieses zugehe. Saltz ist von schwererer Art als Wasser. Es trägt demnach das Wasser durch seinen Druck nicht die gantze Schwere des Saltzes. Indessen trägt es doch einen Theil von dieser Schwere und es verliert ein jedes Saltztheilgen so viel von seinem Gewichte als das Wasser wiegt, welches es aus der Stelle treibt (§. 160.). Wenn wir nun ferner bedencken, daß die Oberfläche eines Cörpers desto gröſſer gemacht werde, je mehr man ihn zertheilt (§. 277.), und daß die anziehende Kraft der Anzahl der Berührungspuncte proportional ist (§. 189.): so wird man daraus den Schluß machen können, daß die Wassertheilgen das Saltz sehr starck an sich ziehen müssen. Wenn nun z. E. das Theilgen F die beyden Wassertheilgen E und D berühret, und wegen der anziehenden Kraft dieser beyden Wassertheilgen E und D nach den Directionen FE und FD würcket (§. 188.): so muß es sich in der Diagonallinie FC in die Höhe bewegen (§. 45.), wenn die zusammengesetzte Be-

Tab. VI Fig. 77.

Bewegung FC grösser ist, als die Kraft, damit die Wassertheilgen D und E zusammenhängen. Daß aber in der That die Bemühung des Saltztheilgen F in die Höhe zu steigen grösser sey als die Kraft, mit welcher die Wassertheilchen E und D zusammenhängen, ist nicht schwer zu erweisen. Denn, weil das Saltz, als ein Cörper von schwererer Art, das Wasser stärcker an sich ziehet als die Wassertheilgen unter sich zusammenhängen (§. 200.) und die Gegenwürckung der Würckung allemahl gleich ist: so ist auch die Würckung des Saltztheilgens FE grösser als die Kraft, mit welcher die Wassertheilgen E und D zusammenhängen (§. 36.). Da nun die zusammengesetzte Bewegung FC noch grösser ist als die Kraft EF (§. 49.): so ist die Bemühung des Saltztheilgens F in der Linie FC in die Höhe zu steigen viel grösser als die Kraft, mit welcher die Wassertheilgen zusammenhängen. Da nun über dis seine Schwere ungemein geringe ist, und also die Bewegung nicht verhindern kan: so sieht man, wie es möglich ist, daß das Saltz in dem Wasser, ob es gleich eine flüßige Materie von leichterer Art ist, in die Höhe steigt. Und auf eben diese Art kan ein Saltztheilchen das andere immer höher hinauftreiben. Denn man setze, daß sich das Theilgen C zwischen denen Wassertheilgen ABDE befindet: so ziehen es diese an sich (§. 186.), und würcken in den Linien CA, CB, Tab. VI Fig. 77.

CB, CD, CE in dasselbe. Da nun diese Kräfte einander gleich und entgegengesetzt sind, so muß es in dem Zwischenräumgen verbleiben (§. 27.). Gesetzt aber daß von unten ein ander Sältztheilgen F hineindringen wolte: so wird der Winckel DCE grösser werden, als der Winckel ACB. Wenn nun die zusammengesetzte Bewegung desto grösser ist, je spitziger der Winckel ist, den die Kräfte einschliessen (§. 48.): so würckt das Theilgen C in der Linie CG stärcker in die Höhe, als es nach der Direction CF niederwärts würcket. Es steigt demnach weiter hinauf und das Theilgen F kömmt in seine Stelle. Doch ist nicht zu leugnen, daß immer noch andere Ursachen hinzukommen, welche das Hinaufsteigen der Saltze befördern. Die Bewegung des Wassers, die es von der Wärme und von der Luft, welche aus den Saltzen, wenn sie aufgelöset werden, herausgehet, bekömmt, trägt nicht wenig zu dem Hinaufsteigen der Saltztheilgen bey. Wir wissen ja, daß eine bewegte flüßige Materie die allerschwereſten Cörper in die Höhe zu heben vermögend sey (§. 86.). Endlich so darf man nur ein Stück Zucker in ein Glas mit Wasser werffen und es betrachten, wenn es sich auflöset: so wird man wahrnehmen, wie sich die Luftblasen an die Zuckertheilgen anhängen, und mit ihnen in dem Wasser in die Höhe steigen. Diese Luftblasen, welche zum wenigsten 800 mahl

leich-

leichter sind als das Wasser (§. 297.), machen den Zucker von leichterer Art, und es ist erwiesen worden, daß dieses ein Mittel sey, viel schwerere Cörper im Wasser in die Höhe zu heben (§. 181.). Sind aber die Saltztheilgen nur einmahl im Wasser gehoben: so hängen sie so starck mit den Wassertheilgen zusammen, daß ihre Schwere bey weiten nicht hinreichend ist, sie davon zu trennen. Ich geschweige, daß sie die Wassertheilgen von einander trennen müsten, wenn sie untersincken solten, worzu ihre Schwere ebenfals nicht groß genug seyn würde (§. 184.). Alles, was hier gesaget worden, gilt nicht nur von dem Wasser und Saltze, sondern es lassen sich diese Gründe mit eben so gutem Fortgange bey der Auflösung anderer Cörper in andern flüßigen Materien wieder anbringen.

Arten der Saltze.

§. 393. Die Chymisten setzen zwey Hauptarten der Saltze, nemlich das saure, und alkalische oder Laugensaltz. Aus der Vermischung dieser beyden entstehen die Mittelsaltze davon es viele Arten giebt. Es gehört dahin nicht nur das gemeine Saltz sondern auch der Salpeter.

Von dem Vitriol.

§. 394. Der Vitriol bestehet aus einer Säure, welche sich mit einer metallischen Erde verbunden hat. Denn, wenn man den Vitriol erstlich ans Feuer legt, damit die viele wässerige Feuchtigkeit, die er bey sich hat, ausdusten kan, und ihn sodann in einer stei-

nernen Retorte auf ſtarckem Feuer deſtilliret: ſo bekömmt man einen ſtarcken ſauern ſpiritum, und zugleich ein dickes und ſchweres Oehl, welches die ſchwerſte und ſtärckſte Säure iſt, welche man kennet, in der Retorte aber bleibt eine metalliſche Erde zurücke. Wenn man daher entweder im Vitriolöhl, oder in einem andern ſtarcken ſauern ſpiritu, Eiſen, Kupfer oder Bley auflöſet und die Feuchtigkeit davon verrauchen läſt, damit nur allein die Säure, welche ſich mit der metalliſchen Erde verbunden hatte, zurücke bleibe: ſo bekömmt man nach Beſchaffenheit des Metalles ein Eiſen- Kupfer- oder Bleyvitriol. Das erſtere hat eine grüne, das andere eine blaue, und das dritte eine weiſſe Farbe. Die Alchymiſten ſuchen das Geheimniß, Gold zu machen, in dem Vitriol. Vielleicht liegt es aber mehr in den Buchſtaben, als in der Sache ſelbſt, wenn ſie ſagen: Viſitabis Interiora Terræ, Rectificando Invenies Optimum Lapidem Veram Medicinam.

Von dem Salpeter

Der Salpeter beſtehet ebenfals aus einem ſauern ſpiritu und einer alkaliſchen Erde. Dieſes zeigt die Verfertigung des Scheidewaſſers, welches man bekömmt, wenn man Vitriol mit Salpeter vermengt und es deſtiliret; weil aber das Vitriol noch viele Feuchtigkeit bey ſich hat, und alſo das Scheidewaſſer nicht ſtarck genug wird, ſo kan man ſich an ſtatt deſſelben des Vitriolöhls bedienen.

nen. Wenn man dieſes auf kleingeſtoſſenen Salpeter gieſſet und es in einer Retorte deſtiliret: ſo greift das Vitriolöhl, weil es eine ſtärckere Säuere bey ſich hat, und überdis durch die Wärme eine gröſſere Gewalt erhält, die in dem Salpeter befindliche alkaliſche Erde an, es trennet den ſauren Salpeterſpiritum von derſelben, und dieſer gehet unter der Geſtalt goldgelber Dämpfe in der Retorte über. Und auf dieſe Weiſe bekömmt man den ſpiritum flammificum, der alſo nichts anders iſt, als ein recht ſtarckes Scheidewaſſer oder ſpiritus nitri. Er wird deſto ſtärcker, je weniger Vitriolöhl und je mehr Salpeter man nimmt, ja man kan ihn ſo ſtarck machen, daß er auch aus Gläſern, darauf ein gläſerner Stöpſel eingeſchmergelt iſt, in kurtzer Zeit verrauchet, indem er beſtändig eine groſſe Menge flüchtiger und ſaurer Dämpfe von ſich giebt. Giebt man dem Scheidewaſſer eine alkaliſche Erde wieder, als wenn man z. E. Krebsſteine hineinwirft: ſo bekömmt man, nachdem es verrauchet, eben ſolchen Salpeter wieder, daraus das Scheidewaſſer verfertigt worden. Dieſes bezeuget alſo zur Gnüge, daß der Salpeter aus einem ſauern Spiritu und einer alkaliſchen Erde beſtehe. Es iſt bekant wie der Salpeter verfertiget werde, und daß er ſich an leimigtes Erdreich aus der Luft anzuhängen pflegt, woraus man geſchloſſen hat, daß ſich in der Luft ein ſaures Salz befinde,

welches man auch durch das verroſten des Eiſens wahrſcheinlich zu machen ſucht.

Von dem gemeinen Saltze.

§. 395. Eine gleiche Beſchaffenheit hat es mit dem gemeinen Saltze und andern mehr. Man darf nur Vitriolöhl darauf gieſſen, und es deſtilliren: ſo bekömmt man jederzeit einen ſauern ſpiritum. Vermiſcht man dieſen mit einer alcaliſchen Erde: ſo kömmt das Saltz wieder zum Vorſchein, ſo bald das Wäſſrige verrauchet. Das gemeine Saltz wird entweder aus der Erde gegraben, wie bey Cracau in Pohlen, und dieſes entſteht vermuthlich, wenn die unterirdiſche ſaure Dämpfe in lockere Sandſteine hineindringen und ſich damit vermiſchen: oder es wird dergleichen Saltz aus dem Seewaſſer bereitet, welches in groſſe Behältniſſe geleitet, und des Sommers von der Sonnenhitze ausgetrocknet wird, wie es in Portugall und Spanien geſchiehet: oder es wird endlich aus Saltzquellen gekocht, wie hier in Halle. Denn indem das Waſſer durch die Hitze ausdämpfet: ſo läßt es die Saltztheilgen, welche ſchwerer ſind, zurück. Dieſe berühren einander, ſie hängen unter einander zuſammen, und wenn die Ausdünſtung nicht allzuheftig geſchiehet: ſo werden recht durchſichtige Cryſtallen daraus. Dieſes aber iſt merckwürdig, daß eine jede Art der Saltzcryſtallen ihre eigene Figur hat. So ſind z. E. die Cryſtallen von dem gemeinen Saltze ordentliche Würffel. Und dieſes gilt ſelbſt von

von denen kleinen Theilgen, welche man durch das Vergrösserungsglas betrachtet. Daher man nicht ohne Grund vermuthet, daß die Saltztheilgen auch alsdenn noch diese Figur behalten, wenn sie im Wasser aufgelöset sind. Da ferner keine Saltzcrystallen entstehen können, wenn das Wasser nicht ausdunstet: und das Wasser in einem luftleeren Raume, wenn die Hitze nicht ausserordentlich ist, nicht ausdunsten kan (§. 366.): so werden auch im luftleeren Raume keine Saltze in Crystallen anschiessen können.

Von der Vermischung des sauern und alkalischen Saltzes.

§. 396. Wenn man ein saures Saltz mit einem alkalischen vermischt: so dringen seine Theilgen sehr geschwind in die Zwischenräumgen des andern hinein, sie vertreiben die darinnen befindliche Luft, welche, so bald sie aus dem Zwischenräumgen heraus ist, in die Höhe steiget. Wenn nun viele solche Luftblasen auf einmahl herausgehen: so geräth die flüßige Materie in eine heftige Bewegung, und man sagt alsdenn, daß sie brause. Man kan dergleichen Brausen wahrnehmen, wenn man Scheidewasser und Oleum tartari p.d. unter einander gießt. Denn das erstere ist eine sauere, letzteres aber eine alkalische flüssige Materie. Wenn sich die Luft langsam ausdehnet und aus den Zwischenräumgen herausgehet: so nennt man dieses ein Gähren, dergleichen man bey dem Biere wahrnimmt.

§. 397.

Digitized by Google

Von dem Schwefel

§. 397. Zu denen Dingen, welche aus der Erden gegraben werden, gehöret ferner der Schwefel. Die Chymisten haben erwiesen, daß er aus einem sauern spiritu und aus einer Erde, welche sich entzünden kan, zusammengesetzt ist. Von diesem sauern spiritu rührt der Gestanck her, welchen der Schwefel von sich giebt, indem er verbrennet: und weil sich in den Kohlen eben dergleichen verbrennliche Erde antreffen läßt: so kan man urtheilen, warum sich ein Schwefel durch die Kunst verfertigen lasse, wenn man zu solchen Saltzen, die etwas von einer vitrioliſchen Säure bey sich führen, Kohlenstaub hinzuthut und es zusammenschmeltzt. Wie schädlich im übrigen die schwefelichten Ausdünstungen denen Menschen seyn, ist nicht gnugsam zu beschreiben. Wie ofte trägt sichs nicht zu, daß Leute in unterirdischen Höhlen und Bergwercken, wenn sie in dergleichen schwefelichte Ausdünstungen kommen, plötzlich als vom Schlage gerührt todt zur Erde fallen? Die Neapolitanische Höhle ist deswegen bekannt genug. Selbst die subtilen schwefelichten Ausdünstungen, welche aus dem Weine und Biere herausgehen, wenn es brauset, haben manche ums Leben gebracht, wenn sie sich in dergleichen Keller begeben haben; Sonderlich aber ist der Dampf der Holtzkohlen ein recht tödtliches Gift. Ein betrübtes Exempel davon geben die Jenaischen Teufelsbeschwo-

schwöret. Denn als An. 1715. in der Christnacht zwey Bauern mit einem Studenten in einem Weinbergshäusgen um einen Schatz zu heben die Geister beschweren wolten: so fand man sie des andern Tages todt, den Studenten aber sprachlos und ohne allem Verstand. Man kan leicht erachten, was die Leute dazu werden gesagt haben. Es konnte nicht fehlen, der Teufel muste diesen Beschwörern die Hälse umgedrehet haben. Allein man fand bey genauerer Untersuchung eine viel natürlichere Ursache. Es war die Nacht über sehr kalt und feuchte gewesen, daher die Beschwörer, um sich für der Kälte zu schützen, ein Feuer von Holtzkohlen angemacht, zugleich aber Thüren und Fenster vest zugemacht hatten. Dieser Dampf der Holtzkohlen war hinreichend genug, die Beschwörer des Verstandes und endlich gar des Lebens zu berauben, wie solches der Herr Geheimde Rath Hoffmann durch die Erfahrung deutlich erwiesen. Und es ist die Probe bald anzustellen. Denn wenn man einen Vogel unter eine gläserne Glocke setzt und einige glüende Holtzkohlen darunter legt: so fällt der Vogel, ehe man es sich versiehet, nieder, und stirbt mit Convulsionen. Indessen ist es merckwürdig, daß der Dampf der Steinkohlen bey weiten nicht so schädlich ist, als die Ausdünstungen, welche aus den Holtzkohlen herausgehen. Viele glauben,

daß

daß Halle darum ein ungesunder Ort sey, weil täglich so viele Ausdünstungen von den Steinkohlen, dabey das Saltz gesotten wird, in die Luft gebracht werden. Es scheint aber, daß dieser Dampf vor Halle mehr eine Artzeney als ein Gift zu nennen sey. Denn man hat angemerckt, daß der Scorbut hier eine fast allgemeine Kranckheit gewesen, welche von denen wässerigen Ausdünstungen, damit diese Luft durch das Saltzkochen beständig angefüllet wird, ihren Ursprung genommen. Seit dem man sich aber anstatt des Holtzes der Steinkohlen bedient: hat sich diese Kranckheit fast völlig verlohren. Ich weiß zwar wohl, daß in London viele Einwohner jährlich an der Schwindsucht sterben, und daß dieses alle Artzneyverständigen dem häufigen Dampfe der Steinkohlen zuschreiben. Ich zweifele auch gar nicht, daß dieses die wahre Ursache sey. Nur läßt sie sich an diesem Ort nicht wieder anbringen. Denn wir haben zweyerley Ausdünstungen häufig in der Luft, wässerige und schweflichte. Diese sind so beschaffen, daß eines dem andern die Schädlichkeit benimmt. Denn feuchte Ausdünstungen machen die Fäsergen des menschlichen Cörpers schlaff, schwefelichte aber ziehen sie zusammen. Solchergestalt hemmen jene die zur Gesundheit nöthige Bewegungen, und diese helffen sie vermehren. Wie wolte der Dampf des Schwefels einen Husten erregen,

regen, wenn er nicht die Fäsergen der Lunge zusammenzöge?

§. 398. Mit dem Schwefel hat der Agtstein oder Bernstein eine grosse Aehnlichkeit, er läßt sich entzünden und giebt einen sauern spiritum. Daß er flüßig gewesen, erkennet man aus denen Sachen, welche man öfters darinnen antrift. Denn man findet Blätter, Mineralien, Fliegen, Spinnen, Mücken, Heuschrecken ꝛc. darinnen. Wie wolten diese Dinge hineingekommen seyn, wenn der Bernstein nicht flüßig gewesen wäre? In Preussen, wo er häufig gefunden wird, trift man ihn im Holtze an, so unter der Erden lieget, man findet ihn ferner in der See, welche ihn von dem Holtze abspühlet. Diese unterirdischen Bäume sind von einer ausserordentlichen Länge. Es hat ferner dieses Holtz eine öhlichte Materie bey sich, und weil sich überdis auch viel Vitriol daselbst unter der Erden befindet; so begreift man wie der Bernstein erzeuget werde. Es gerinnet dieses Oehl und wird zum festen Cörper, indem sich die Säure des Vitriols damit vermischet. Denn, daß Oehle durch Vermischung mit sauerem Saltze gerinnen und veste werden können, ist eine bekannte Sache. Und wer weiß, ob sich nicht der Bernstein durch die Kunst nachmachen liesse, wenn man viele Versuche anstellen wolte? Von dem Bernstein

§. 399.

Von den Metallen

§. 399. Die Metalle haben diese Eigenschaft, daß sie sich nicht allein von der Hitze zerschmeltzen, sondern auch hämmern lassen. Wenn wir den Alchymisten glauben wollen: so beläuft sich ihre Anzahl auf sieben. Denn es sind sieben Planeten, und denen muste man ja etwas zu thun geben. Was hätten sie aber vor ein besser Amt bekommen können, als in die Metalle einen Einfluß zu haben? Man eignete also der Sonne einen Einfluß in das Gold zu, der Mercur hatte seinen Einfluß in das Queckſilber, die Venus in das Kupfer, der Mond in das Silber, der Mars in das Eisen, der Jupiter in das Zinn, und der Saturn in das Bley. Wenn man es nun noch für nöthig hält, eben so viel Metalle als Planeten zu glauben: so werden ihrer nur sechse seyn müssen. Denn Copernicus will uns versichern, daß sich sechs Hauptplaneten in unserm Weltgebäude befinden, und man sieht wohl, daß das Queckſilber am geschicktesten sey den Nahmen eines Metalles zu verlieren. Es ist flüßig und jene sind feste Cörper, und niemahls wird man es dahin bringen können, daß es sich, wie die Metalle, solte hämmern lassen. Man kan die Metalle am besten durch ihre Schwere von einander unterscheiden. Man wird sich von derselben durch folgende Tabelle einen Begrif machen können. Wenn die Schwere des Goldes

ist

ist 19636 Gran: so ist die Schwere
des Queckſilbers 14019.
des Bleyes 11345.
des Silbers 10535.
des Kupfers 8843.
des Eisens 7852.
des Zinnes 7321.
des Glases 2805.
des Wassers 1000.
der Luft $1\frac{1}{17}$.

§. 400. Das Gold, welches unter allen Metallen das schwerste ist, läßt sich in aqua regis auflösen. Es ist aber aqua regis nichts anders, als Scheidewasser, darinnen gemein Saltz oder Salmiac befindlich ist. Es ist demnach merckwürdig, daß das Scheidewasser, welches alle Metalle auflöset, dennoch das Gold nicht aufzulösen vermag. Und dieses ist unter andern ein Mittel, das Gold von andern Metallen zu scheiden. Denn wenn ein Klumpen aus Gold und Silber vermischt ist, und man wirft ihn in Scheidewasser: so löset dieses das Silber auf, und läßt hingegen das Gold unverändert zurück. Wenn man in eine Solution des Goldes das süsse Vitriolöhl, welches durch Vermischung des weissen Vitriolöhls mit dem spiritu vini entstehet, hineingießt: so wird das Gold die aquam regis verlassen, und in das süsse Vitriolöhl heraufsteigen, welches man aus der schönen goldgelben Farbe, die dieses davon be-

Vom Golde.

bekommt, schlieſſen kan; doch ist diese Mixtur noch sehr corrosiv, woraus man abnehmen kan, daß sich die Saltze, welche mit denen Theilen des aufgelöſten Goldes zusammenhängen, mit diesen zugleich in das süsse Vitriolöhl müssen hineinbegeben haben. Und es ist überhaupt zu mercken, daß die in dem Scheidewasser befindlichen Saltze ein mehreres bey der Auflösung der Metalle verrichten, als daß sie bloß ihre Theile von einander absondern. Sie bewegen sich auch mit den metallischen Theilgen, und gehen mit ihnen zugleich in die Zwischenräumgen hinein.

Von der Präcipitation.

§. 401. Wenn eine flüßige Materie einen andern Cörper aufgelöset hat, und man vertreibt den aufgelöſten Cörper aus den Zwischenräumgen der flüßigen Materie: so nennt man dieses eine Präcipitation. Alles dieses kan also eine Präcipitation verursachen, was da vermögend ist zu verhindern, daß ein aufgelöſter Cörper nicht in den Zwischenräumgen der flüßigen Materie erhalten wird. Solchergestalt kan die bloſſe Ruhe einer flüßigen Materie eine Ursache der Präcipitation seyn, wenn nemlich die Bewegung die vornehmste Ursache gewesen ist, warum die Theilgen des andern Cörpers in der flüßigen Materie verblieben sind, wie wir solches am trüben Waſser sehen können, darinnen die Unreinigkeiten zu Boden fallen, wenn das Waſſer gantz stille steht. Es kan eine Präcipitation erfolgen,

gen, wenn mehrere Theilgen von schwererer Art in die Zwischenräumgen hineindringen, und sich mit denen, die schon darinnen sind, verbinden. Denn solchergestalt wächst die Schwere, und das Zusammenhängen mit der flüßigen Materie, welches sich nach der Oberfläche richtet (§. 189.), nimmt ab. Denn ein grösserer Cörper hat in Ansehung seiner Masse keine so grosse Oberfläche als ein kleiner (§. 277.). Daher kömmt es, daß immer eine Solution die andere präcipitirt. Wir haben dergleichen Exempel an dem Golde. Denn wenn man es in aqua regis auflöset, und eine Solution des Zinnes hineingiesset: so fällt das Gold unter der Gestalt eines purpurrothen Pulvers zu Boden. Diese rothe Farbe zeugt von der Verbindung des Goldes und Zinnes mit einander. Es kan ferner eine Präcipitation geschehen, wenn die Zähigkeit der flüßigen Materie verändert wird. Denn wenn die Zähigkeit grösser gemacht wird: so werden die Zwischenräumgen enger; und es geschieht öfters, daß dasjenige, was darinnen befindlich war, daraus vertrieben wird. Wird aber die Zähigkeit der flüßigen Materie zu sehr vermindert; und hängen solchergestalt ihre Theilgen nicht mehr so starck zusammen: so können die in den Zwischenräumgen befindliche Theilgen des aufgelösten Cörpers die Theilgen der flüßigen Materie leicht von einander trennen, und also nieder-

sincken. Endlich wird man nicht zweifeln, daß ein Cörper præcipitirt werde, wenn ein anderer in die Zwischenräumgen hineindringet, und jenen daraus vertreibt. Denn die aus den Zwischenräumgen vertriebene Theilgen berühren einander, ihr Gewichte nimmt stärcker zu als das Zusammenhängen mit der flüßigen Materie, und was kan daraus anders erfolgen, als daß sie darinnen zu Boden sincken müssen?

Von der Præcipitation der Metalle.

§. 402. Aus dem, was hier von der Præcipitation angeführet worden, kan man urtheilen, warum ein Metall im Scheidewasser præcipitirt werde, wenn ein anderes darinnen aufgelößt wird. Denn man löse Silber im Scheidewasser auf, und lege in diese Solution ein Stückgen Kupfer hinein, so gleich wird das Scheidewasser anfangen das Kupfer aufzulösen und davon eine himmelblaue Farbe bekommen, das Silber hingegen wird wie ein weisses Pulver zu Boden fallen. In diese Kupfersolution lege man ein Stückgen Eisen: so wird das Scheidewasser das Eisen auflösen, es wird davon eine grasgrüne Farbe erhalten und das Kupfer wird sich præcipitiren. In diese Eisensolution darf man wieder nur Zinck hineinwerffen, wenn man verlangt daß sich das Eisen præcipitiren soll. Will man endlich auch den Zinck wieder haben: so hat man nur nöthig Krebssteine hineinzuwerffen. Wenn man sodann die Solution der Krebssteine

steine in der kalten Luft verrauchen läst: so bekömmt man die Crystallen des Salpeters wieder, daraus das Scheidewasser seinen Ursprung genommen hatte. Woraus man also abnehmen kan, daß das in dem Scheidewasser befindliche saure Saltz bey allen diesen Veränderungen democh unverändert geblieben sey. Wenn man diese Versuche anstellen will: so ist zu mercken, daß man jederzeit das Scheidewasser von dem præcipitirten Pulver abgiessen, und mit Wasser vermischen müsse, damit es nicht allzudicke und zähe werde. Denn die allzugrosse Zähigkeit einer flüssigen Materie macht sie öfters zum Auflösen ungeschickt. Ihre Theilgen hängen allzustarck zusammen. Und doch müssen sie sich von einander absondern, wenn sie in die Zwischenräumgen des aufzulösenden Cörpers hineindringen sollen. Daher löset z. E. das Gummiwasser die Gallæpfel nicht so gut auf, als es thut, wenn kein Gummi darinnen ist.

§. 403. Dergleichen Erfahrungen kan man öfters zu Auflösung solcher Begebenheiten der Natur gebrauchen, deren Ursachen gantz und gar verborgen zu seyn scheinen. So hat man z. E. in Ungarn ein gewisses Stollenwasser, welches sie Zimmentwasser nennen. Dieses hat aus einem Kupferbergwercke seinen Ursprung und besitzt die besondere Eigenschaft, daß es das Eisen, welches man hineinwirft, mit der Zeit in Kupfer verwandelt. Von dem Zimmentwasser.

Niemand wird glauben, daß solches eine würckliche Verwandlung sey. Es muß vielmehr dieses Wasser ein Kupfervitriol bey sich haben. Wenn nun die vitriolische Säure das Eisen nach und nach auflößt: so präcipitirt sich das Kupfer, und weil die Auflösung sehr langsam und aus den nächsten Zwischenräumen geschiehet: so fällt immer ein Kupfertheilgen in den Ort, wo das Eisentheilgen hinweggegangen ist. Und da sie, indem sie einander berühren, zusammenhängen (§. 186.): so kan der Cörper, welcher vorher Eisen war, in Kupfer verwandelt werden.

Wie man das Wasser probiret.

§. 404. Wenn man feines Silber im Scheidewasser auflöset: so hat man eine Materie, dadurch man erfahren kan, ob in einem Wasser viel oder wenig von Saltze anzutreffen ist. Denn diese Solution präcipitirt alle Saltze, ausser den reinsten Salpeter. Und das Wasser bekömmt davon eine Milchfarbe, wenn es dergleichen bey sich führet. Ich habe die Probe mit vielen Brunnen in dieser Stadt angestellt, und keinen gefunden, dessen Wasser nicht milchfarbigt geworden wäre, weñ man die Silbersolution hineingetropfet hätte, ob sich gleich solches bey einem immer mercklicher als bey dem andern gezeiget. Daher hat alles Wasser in dieser Stadt Saltz bey sich. Und müssen wir einen sehr saltzigen Boden haben, davon das Wasser immer etwas auflöset. Ja diesem unterirdischen Saltze mögen

gen wir auch den Ursprung unserer Salzbrunnen zu dancken haben.

§. 405 Es ist etwas besonders, daß die Silbersolution, wenn sie von der Sonne beschienen wird, eine schwartze Farbe annimmt. Daher kan man einen eine Zeitlang zum Mohren machen, wenn man ihm das Gesichte mit Scheidewasser bestreicht, darinnen Silber aufgelöset worden. Denn so bald er in die Sonne kömmt, so wird das Gesichte schwartz, und er verlieret diese Farbe nicht eher wieder, als bis mit der Zeit das Oberhäutgen abgehet. Man kan ferner hieraus die Aufgabe auflösen, wie es möglich sey, in eine flüßige Materie, die sich in einem versiegelten Glase befindet, mit leserlichen Buchstaben etwas zu schreiben. Ich kan nicht umhin, die Auflösung dieser Frage hier mitzutheilen. Man löse Kreide im Scheidewasser auf und mache es durch Vermischung mit Wasser so flüßig als eine Milch. In diese Mixtur giesse man eine reine Silbersolution: so hat man eine weisse flüßige Materie. Diese thut man in ein Glas. Wenn man nun eine Schrift darinnen hervorbringen will: so schreibt man etwas auf Papier, und schneidet die Buchstaben in dem Papiere mit einem scharfen Federmesser aus, dergestalt, daß das Papier gantz durchbrochen erscheinet. Dieses Papier wickelt man um das Glas herum, darinnen sich die weisse Mixtur befindet. Wenn man

Erfahrung von der Silbersolution.

es nun in die Sonne setzt: so wird die Mixtur daselbst schwartz, wo die Sonne durch die ausgeschnittenen Buchstaben hindurchscheinet; wo hingegen das Papier das Glas bedeckt hat, da bleibet die Mixtur weis. Wenn man endlich das Pappier abnimmt: so ist die Schrift mit schwartzen Buchstaben in dieser weissen Mixtur gantz deutlich zu lesen. Diese Buchstaben verschwinden aber so gleich, so bald man das Glas schüttelt.

Von den mineralischen Wassern.

§. 406. Wenn das Wasser unter der Erde hindurchgehet, so nimmt es von denen Cörpern immer einige Theilgen mit, über welche es hinwegläuft. Trift es Saltz unterwegens an: so wird es saltzig; geht es über Mineralien: so nimmt es von dergleichen Theilen etwas mit. Und davon haben die Gesundbrunnen und mineralischen Wasser ihren Ursprung. In den meisten Gesundbrunnen findet man eine Eisenerde, ein alkalisches und Mittelsaltz. Denn von dem Eisen kömmt die rothe Erde, welche sich darinnen setzt. Daß Vitriol darinnen sey, erkennet man, wenn man das Wasser auf Gallæpfel gießt, und es davon braun oder schwartz wird. Denn es ist bekannt, daß Wasser, darinnen Vitriol aufgelöset ist, eine schwartze Farbe bekommt, wenn man Gallæpfel hineinwirft. Das mittlere Saltz zeiget sich, wenn man das Wasser verrauchen läßt. Und das alkalische entdeckt man, wenn man Vitriolspiritum oder Scheide-

de-

dewasser hineingießt, und das Wasser davon brauset (§. 396.). Doch ist bald von diesem, bald von jenem mehr in verschiedenen Gesundbrunnen anzutreffen. Eisenvitriol findet sich z. E. in den hiesigen, in den Lauchstädtischen und Pyrmontischen Brunnen. Saltze hingegen trift man in dem Sedlitzer, Selter und Dünsteiner Brunnen häufig an. Sonderlich aber findet sich in recht guten Gesundbrunnen etwas, daß ihnen die Kunst nicht zu geben vermag, und welches eine blosse Wohlthat der Natur ist. Dieses ist der mineralische spiritus, welchen sie bey sich haben. Man kan es bald wissen, ob ein Wasser damit versehen ist oder nicht. Denn wenn man es mit einem Glase aus dem Brunnen schöpft: so steigen unzählich viele kleine Bläsgen wie Staub in dem Wasser in die Höhe; und die Bouteillen zerspringen, wenn man sie mit dergleichen Wasser erfüllt und feste verstopft. Dieses ist eine Luft, welche viel subtiler, und reiner, zugleich aber auch viel elastischer ist als die grobe Luft, so uns umgiebt. Darum dringt dieser mineralische spiritus in die kleinsten Gefäßgen unsers Cörpers hinein, und setzet durch seine Elasticität alles in Bewegung; daß man so gar viel eher truncken wird, wenn man ein Wasser, das dergleichen bey sich führet, mit Weine vermischt trinckt, als wenn man blossen Wein getruncken hätte.

Wie sich Dämpfe entzünden.

§. 407. Warum eine Hitze entstehe wenn das Eisen geschwind aufgelöset wird, ist schon oben gezeigt worden (§. 249.). Man wird zugleich daraus folgendes Experiment beurtheilen können. Wenn man Vitriolöhl, Wasser und Eisenfeilspäne in ein Glas mit einem langen Halse thut: so wird eine Hitze entstehen, wenn das Vitriolöhl das Eisen auflöset. Es werden sich aber ferner viele weisse Dämpfe über dem Wasser sammlen. Diese Dämpfe und die Wärme, welche durch Auflösung des Eisens entstehet, machen die Luft in dem Glase so elastisch, daß sie das Glas mit einem starcken Knalle zersprengt, wenn man es verstopft hat, daß die schwefelichten Dünste nicht herausgehen können (§. 265). Wenn man aber den Finger auf die Eröffnung des Glases hält, damit sich einige Dünste sammlen, und sodann den Finger ein wenig aufhebet, und die Dünste in die Flamme des Lichts fahren läßt: so entzünden sie sich und der entzündete Strahl fährt mit einem Knalle in das Glas hinein.

Durch Vermischung des Schwefels Eisens und Wassers entsteht eine Hitze.

§. 408. Gleichwie nun aus dem hier angeführten Experimente erhellet, daß sich schwefelichte Dünste, welche bey der Auflösung des Eisens entstehen, entzünden können: so wird es nichts unerwartetes seyn, wenn durch Vermischung des Schwefels, Wassers, und Eisens eine Wärme, ja bisweilen gar eine Flamme hervorgebracht wird. Denn die in

den

den Schwefel befindliche Säure löset das Eisen auf (§. 397.), und wenn dieses geschiehet: so wird nicht nur eine starcke Hitze entstehen (§. 407.), sondern es steigen auch schwefelichte Dünste häufig in die Höhe, welche eine Flamme geben wenn sie sich häufig sammeln. Man kan die Probe leicht anstellen, wenn man Schwefel, Wasser und Feilstaub von Eisen mit einander vermischt, und von jedem gleichviel nimmt. Denn die Mixtur, welche wie ein Brey aussiehet, fängt nach wenig Stunden an zu gähren, und erhitzt das Glas, darinnen sie sich befindet, ja sie zersprengt es, wenn es feste zugestopft ist. Vergräbt man aber dergleichen Mixtur in einer grossen Quantität unter die Erde: so schwillt die Erde davon auf, endlich zerberstet sie, und die entzündeten Dünste fahren wie eine helle Flamme durch die Ritze heraus. Welches sich alles aus der durch die Dünste und Hitze vermehrten Elasticität der Luft begreiffen läßt (§. 265.). Und ich habe aus diesem Grunde gezeigt, was die Ursache der Entzündung der Steinkohlen in denen Berckwercken sey.

Von warmen Bädern.

§. 409. Da durch Vermischung des Schwefels und Eisens mit dem Wasser eine Wärme entstehet (§. 408.). Da sich ferner öfters Eisen in dem Wasser (§. 406.), Schwefel aber unter der Erde antreffen läst: so kan ein Wasser, welches Eisen bey sich führt, und durch schwefelichtes Erdreich hindurchgehet, er-

erhitzt werden. Und auf diese Weise enstehen diejenigen Wasser, welche warm aus der Erde hervorquellen, und warme Bäder genennt werden. Doch ist wohl kein Zweifel, daß sie auch ihre Wärme durch das unterirdische Feuer erhalten. Denn daß es würcklich dergleichen unterirdisches Feuer gebe, ist eine Sache, daran man gar nicht nöthig hat zu zweifeln. Die feuerspeyenden Berge und das Erdbeben sind davon ein unläugbarer Beweis.

Von dem Erdbeben

§. 410. Das Erdbeben kan unmöglich von etwas andern, als von einem unterirdischen Feuer seinen Ursprung haben. In Sicilien und Neapolis, da dergleichen nichts ungewöhnliches ist, befinden sich die beyden feuerspeyenden Berge Aetna und Vesuvius. In denselben trift man Schwefel und Schwefelblumen die sich von der Hitze sublimirt haben, in grosser Menge an. Man bemerckt aber ferner, daß diese Berge inwendig hohl sind und viele unterirdische Gänge haben. Diese beyden Sachen sind hinreichend, die Würckungen des Erdbebens zu erklären. Denn da wir wissen, daß sich schwefelichte Dämpfe unter der Erde entzünden können (§. 408.): so muß, wenn dieses geschiehet, die in den unterirdischen Höhlen befindliche Luft in ihrer Elasticität zunehmen (§. 307.). Findet sich nun ein Ausgang in einem solchen feuerspeyenden Berge: so fährt sie mit der grö-

gröſten Heftigkeit daſelbſt heraus, und reißt alles mit ſich fort, was ihrer Bewegung widerſtehet. Aus der Hiſtorie iſt bekannt wie grauſam der Veſuvius bisweilen gewütet, und wie er Staub, Aſche, Steine, ja ſelbſt geſchmolzene Metalle auf viele Meilen Weges um ſich geworffen. Solchergeſtalt ſind die feuerſpeyenden Berge mehr eine Wohlthat als Strafe der Natur. Sie geben dem unterirdiſchen Feuer einen Ausgang, welches, wenn es eingeſchloſſen wäre, denen Einwohnern des Erdbodens die allerbetrübteſten Zufälle erregen würde. Denn, wenn ſich die ſchwefelichten Dünſte in den unterirdiſchen Höhlen entzünden und keinen freyen Ausgang finden: ſo erſchüttern ſie entweder die Erde, oder ſie reiſſen ſie wohl gar von einander, und dieſes nennt man ein Erdbeben. Die Erdbeben ſind gemeiniglich mit einem fürchterlichen Brüllen oder Knallen begleitet, welches von der durch die Hitze ausgedehnten Luft ſeinen Urſprung bekömmt (§. 327.). Die Luft iſt mit einem Schwefelgeſtanck erfüllt, der zuweilen ſo heftig iſt, daß auch die Vögel davon todt zur Erde fallen. Meiſtentheils tritt das Waſſer in den Ort, wo die Länder geweſen ſind, welche durch das Erdbeben verſchlungen worden. Und dieſes iſt nicht zu verwundern, da es faſt allenthalben unterirdiſche Canäle giebt, welche mit Waſſer erfüllet ſind. Ja es iſt zu vermuthen, daß unſer

ser Erdboden gröstentheils aus dergleichen unterirdischen Gewölben besteht, und da es nirgends an schwefelichten Materien, die sich entzünden können, fehlet: so könnte wohl das Erdbeben mit der Zeit allgemeiner werden. Und man hat es auch in der That schon in Teutschland, Engelland, ja selbst in den Nordischen Ländern wahrgenommen.

Von den Englischen Kohlengruben.

§. 411. Ich habe gesagt, daß das Erdbeben von der Entzündung unterirdischer Dämpfe entsteht. Daß es nun würcklich dergleichen schwefelichte Dämpfe unter der Erde gebe, kan man unter andern aus der Observation von den Englischen Kohlenbergwercken, welche in denen Transactionibus Anglicanis angetroffen wird, abnehmen. Es wird daselbst berichtet, daß es in denen Steinkohlengruben eine Art des Dampfes gebe, welcher sich bey der geringsten Berührung eines brennenden Lichts entzündet, und zum Schachte mit einem Knalle, wie bey einem gelöseten Stücke, hinausfähret. Nicht selten sind die Leute dadurch beschädiget worden, indem ihnen entweder alles am Leibe verbrannt, oder es sind ihnen wohl gar Arme und Beine zerbrochen und auf eine seltsame Art verdrehet worden. Das erstere ist eine unmittelbare Würckung der Flamme, das letztere aber die Gewalt der durch die Flamme erhitzten Luft gewesen. Wenn man nun weiß, was eine erhitzte Luft für eine Gewalt habe

habe (§. 265.): so wundert man sich nicht, daß der entzündete Schwefeldampf in den Steinkohlengruben als ein gewaltiger Wind denen Leuten die Kleider vom Leibe gerissen, sie hin und wieder versengt, einige 15. bis 16. Ellen von ihrem Orte hinweggenommen, und sie wider die Pfosten der Grube geschmissen habe. Wie ungemein gewaltsam sich die Luft müsse ausgedehnt haben, kan man unter andern daraus erachten, daß man den Cörper eines Mannes, welcher vor der Kohlengrube gestanden, auf dem Gipfel der Bäume, welche auf einem Berge, der über 100. Ellen hoch war, wuchsen, gefunden, und daß sie ein Seil über 1000 Pfund schwer, welches man zum Aufwinden gebrauchte, nebst dem Eymer, mit sammt dem Gestelle, daran es mit eissernen Schlössern und Riegeln befestigt war, in die Höhe geschmissen, dergestalt, daß die Stücken davon überall in den Büschen zerstreuet gewesen.

Von den Edelgesteinen.

§. 412. Die Edelgesteine, welche man gleichfals in der Erde findet, sind durchsichtige und zum Theil gefärbte Steine. Sie unterscheiden sich hauptsächlich vom Crystall und durch die Kunst bereiteten Edelgesteinen durch ihre Härte. Unter ihnen übertrift der Diamant an der Härte alle übrige. Er hat keine Farbe, sondern ist weis. Die übrigen aber bekommen ihre Farbe durch Vermischung metallischer Theilgen. Man schließt die-

dieſes daraus, weil man dem Glaſe durch Zuſatz metalliſcher Theilgen eine beliebige Farbe geben kan. So hat z. E. Kunctel vermittelſt des oben, beſchriebenen Präcipitats, aus Golde Rubinglas verfertigt (§. 401.). Welche Kunſt verlohren gegangen und von ihm wieder erfunden worden war. Daß im übrigen die Edelgeſteine wachſen, iſt daraus zu ſchlieſſen, weil ſie ſo genau die Figur des Steines haben, dazwiſchen man ſie findet. Ja Linſchot verſichert, daß wenn ſie in Oſtindien die Demantgruben gleich gantz leer gemacht hätten, ſo fänden ſie doch nach wenig Jahren an eben dem Orte neue Demante.

Vom Zinnober.

§. 413. Man findet auch noch Cörper unter der Erde, welche durch Vermiſchung der vorhin beſchriebenen entſtehen. Dahin gehört unter andern der Zinnober und das Antimonium. Der Zinnober beſteht aus Schwefel und Queckſilber. Denn wenn man mit dem Zinnober Eiſenfeilſtaub vermiſcht, damit ſich der Schwefel daran hänget, und es ſodann deſtilliret: ſo bekömmt man das Queckſilber wieder heraus. Und wenn man hingegen Queckſilber mit Schwefel vermiſcht und es zuſammen ſublimirt, ſo kan man auf dieſe Weiſe den Zinnober durch die Kunſt hervorbringen. Das Antimonium iſt aus Schwefel und reguliniſchen Theilen zuſammengeſetzt.

§. 414.

§. 414. Unter denen Sachen, welche aus der Erde gegraben werden, ist der Magnet eines der wunderbarsten. Seine Kraft, das Eisen an sich zu ziehen, ist längstens bekannt gewesen, und hat zu allen Zeiten denen Weltweisen nicht wenig zu schaffen gemacht. Es wäre also unbillig, wenn wir ihn hier mit Stillschweigen übergehn wollten. Der Magnet wird in denen Eisengruben gefunden, und ist ein Cörper, der aus Stein und Eisen zusammengesetzt ist. Daher kan man auch aus demselben, wie aus einer andern Eisenminer Eisen zubereiten. Wenn man den Magneten in Eisenfeilspäne legt: so hängen sich dieselben allenthalben daran. Man entdeckt aber zugleich zwey Puncte, da sie sich am meisten anhängen; diese zwey Puncte heissen die Pole des Magneten. Wenn man nun ferner den Magneten an einem Faden frey aufhängt: so wird er sich jederzeit von selbsten in eine solche Lage versetzen, daß der eine Pol bey nahe gegen Mitternacht, der andere aber bey nahe gegen Mittag gekehret ist. Eben dieses bemerckt man auch, wenn man ihn in ein Gefässe legt, und auf dem Wasser schwimmen läßt. Der Pol, welcher sich gegen Norden kehret, wird der Nordpol, der andere aber der Süderpol des Magnetens genennt. Diese beyden Pole haben die gröste Kraft, das Eisen an sich zu ziehen. Doch ziehen sie allemahl stärcker, wenn der Magnet armiret ist, Von dem Magneten.

als wenn er keine Armatur hat. Man armirt aber den Magneten folgendergestalt. Er wird auf denen beyden Seiten, wo sich die Pole befinden, abgeschliffen und mit zwey eisernen Platten belegt, welche oben bey denen Polen des Magnetens breiter sind, und die Figur eines Parallelepipedi haben. Diese eisernen Platten werden mit Zwirnfaden an den Magneten angebunden, man muß aber dahin sehen, daß sie die gehörige Dicke haben. Will man dieses ausmachen: so wältzt man den Magneten in Eisenfeilstaube herum. Hängen sich nun gar keine Feilspäne an die eisernen Platten an: so sind sie zu dick; hängen sich aber gar zu viele daran: so sind sie zu dünne.

Von der anziehenden Kraft des Magnetens.

§. 415. Wie sehr die Kraft des Magnetens durch das Armiren zunehme, können wir unter andern aus der Erzehlung des Lanis abnehmen, welcher einen Magneten gehabt, der ohne Armature 54, armirt aber 804. Gran an sich gezogen. Hiebey kommt es gar nicht auf die Grösse und Schwere des Magnetens an, sondern ein kleiner zieht öfters stärcker als ein grosser. Schott führet Exempel solcher Magneten, die eine ausserordentliche Stärcke gehabt haben, an. Er erzehlet, daß der Großherzog von Florentz einen Magneten gehabt habe, der 29 Pfund gewogen und 65 Pfund ziehen können. Manfredus Settala hat einen Magnet gehabt, der

ein

ein Pfund schwer gewesen und 60 Pfund gezogen. Gemeiniglich aber trägt ein Magnet 1 bis 8 Pfund Eisen. Es zieht aber ein Magnet das Eisen nicht nur an sich, wenn er es berührt, sondern er äussert auch seine Würckung, ohne das Eisen zu berühren. Man hänge nur eine Nehnadel an einem Faden auf und halte nicht weit davon einen Magneten: so wird sich die Nadel gegen den Magneten bewegen und fest an demselben hängen bleiben. Doch nimmt die Würckung des Magnetens mit der Entfernung ab. Es muß demnach seine Würckung in einer gewissen Entfernung gäntzlich verschwinden; und da solchergestalt die anziehende Kraft des Magnetens ihre Grentzen erhält: so sichet man, was man durch den Würckungsraum des Magnetens zu verstehen habe.

§. 416. Wenn der Nordpol eines Magneten den Süderpol des andern berührt: so kan man es fühlen, daß sie zusammenhängen. Wenn man zwey Magneten in höltzerne Schifgen leget und auf das Wasser setzt, dergestalt, daß der Nordpol des erstern gegen den Süderpol des andern zu stehen kommt: so bewegen sich beyde Schifgen gegen einander. Und wenn man endlich einen Magneten an einem Wagebalcken aufhänget, im wagerechten Stand setzt, und einen andern Magneten dergestalt darunter hält, daß die

Welche Pole des Magnetens einander, anziehen, und welche einander von sich stossen.

Pole, welche verschiedene Nahmen haben, gegen einander gekehrt sind: so wird sich der Magnet, welcher an der Wage hängt, dem andern nähern, und es bekömmt das Ansehen, als wäre er schwerer geworden. Da nun aus diesen Erfahrungen erhellet, daß der Nordpol eines Magneten den Süderpol des andern, und der Süderpol des einen den Nordpol des andern an sich ziehe: so hat man daraus die Regel gemacht: daß die Pole, welche verschiedene Nahmen haben, einander an sich ziehen. Die Pole hingegen, welche einerley Nahmen führen, stossen einander von sich, welches sich auf eben diese Art darthun läßt. Denn, wenn man zwey Magneten an einander hält, daß der Nord- und Süderpol des einen, den Nord- und Süderpol des andern berührt: so wird man nicht das geringste Zusammenhängen beyder Magneten verspühren können. Daß sie aber einander nicht nur nicht an sich ziehen, sondern auch einander von sich stossen, erkennet man, wenn man einen jeden in ein höltzern Schifgen legt und auf das Wasser setzt. Denn, wenn sie so gegen einander gestellt sind, daß der Nord- und Süderpol des einen, gegen den Nord- und Süderpol des andern gerichtet ist: so wird man wahrnehmen, daß diese Schifgen niemahls zusammen wollen, sondern vielmehr, wenn man sie an einander gebracht hat, vor einander fliehen. Endlich so hat man nur-

nö-

nöthig, einen Magneten an den Wagebalcken zu hängen, und einen andern dergestalt darunter zu halten, daß die Pole beyder Magnete, welche einerley Nahmen führen gegen einander gekehrt sind: so wird man bemercken, daß der eine Magnet den andern von sich stößt, indem derjenige, welcher an der Wage hängt, in die Höhe steigt und also leichter geworden zu seyn scheint. Man kan eben dieses auch folgendergestalt zeigen. Wenn man zwey Magneten in Eisenfeilspäne gesteckt hat, damit sie sich an ihre Pole anhängen: so werden die Feilspäne einander an sich ziehen, wenn man die Magneten dergestalt an einander bringt, daß Pole von verschiedenen Nahmen einander berühren. Berühren aber Pole von einerley Nahmen einander: so weichen die Feilspäne zurück und fallen herab.

Wie das Eisen magnetisch wird.

§. 417. Die Linie, welche durch die beyden Pole eines Magnetens gezogen wird, wenn man ihn an einem Faden frey aufgehängt hat, heist die Mittagslinie des Magnetens. Man hat angemerckt, daß das Eisen welches sich lange in der Mittagslinie des Magneten befunden, eine magnetische Kraft bekommen hat. Müsschenbröck versichert, daß er selbst solches Eisen habe, welches anderes Eisen eben so, wie ein Magnet, an sich zöge. Und du Fay hat angemerckt, daß sich auf einem Thurme zu Marseille ein Magnet folgendergestalt erzeuget habe. Es hatten sich die eisernen

Zapfen einer grossen Glocken lange Zeit in einem weichen Steine bewegt. Durch Vermischung des Steins, Eisens und Oehles, damit man die Zapfen der Glocken eingeschmiert hatte, war eine Masse entstanden, welche eine grosse magnetische Kraft besaß, indem ein Stück, welches $3\frac{1}{2}$ Drachmen wog, wenn es schon nicht armirt war, dennoch an dem Eisen hängen blieb.

Der Magnet theilet dem Eisen seine Kraft mit.

§. 418. Gemeiniglich pflegt man dem Eisen eine magnetische Kraft mitzutheilen, indem man es an den Polen eines Magneten streicht. Denn wenn man dieses mit einem Messer thut: so ziehet dasselbe Eisenfeilspäne, eine Nehnadel und dergleichen an sich. Ja es ist nicht einmahl nöthig, daß das Eisen den Magneten berührt, sondern es darf nur eine Zeitlang neben ihn liegen, wenn es eine magnetische Kraft erhalten soll.

Von der Magnetnadel.

§. 419. Wenn man ein Eisen mit dem Magneten bestrichen hat: so erhält es nicht nur die Kraft, anderes Eisen an sich zu ziehen, sondern es überkömmt auch die besondere Eigenschaft des Magnetens, sich mit dem einen Theile gegen Norden und mit dem andern nach Süden zu kehren. Man kan dieses nicht besser als an einer Magnetnadel wahrnehmen. Die Magnetnadel ist ein dünnes und schmales Eisen, welches in der Mitten C eine meßingene Hülse hat, vermittelst welcher es auf einer kleinen meßingenen Spitze ruhet,

Tab. VI Fig. 78.

ruhet, dergestalt, daß es sich auf derselben gantz frey herumdrehen kan. Wenn nun diese Magnetnadel mit dem Nordpole eines Magnetens von N nach S, nicht aber wieder zurücke bestrichen wird: so kehret sich das eine Ende N gegen Norden, das andere S aber gegen Süden, oder eigentlich zu reden, die Magnetnadel versetzt sich beständig von selbst in die Mittagslinie des Magnetens. Was diese Eigenschaft der Magnetnadel der Welt für einen Nutzen geschaft habe, ist eine Sache, die nichts weniger als meines Beweises bedarf. Sie setzt die Schiffer auf der See in den Stand, auch bey trüben Himmel die Himmelsgegenden aufs genaueste zu wissen, und also den Weg zu erwählen, welcher sie an den verlangten Ort hinführet. Nimmermehr würde man so viel neue Länder entdeckt, und durch Zuführung ausländischer Waaren so viel Nutzen, Bequemlichkeit und Vergnügen gehabt haben, wenn man keine Magnetnadel gehabt hätte. Würde man es nicht für eine unnütze Subtilität und für einen überflüßigen Gedancken gehalten haben, wenn ein Weltweiser gesagt hätte, die Magnetnadel besässe eine Kraft, sich gegen Norden zu kehren, ohne zugleich den Nutzen dieser Sache bey der Schiffarth zu zeigen? Wir sehen also, wie behutsam und wie vorsichtig man von dem Nutzen der Sachen zu urtheilen habe. Ich werde es daher niemahls wagen eine

Zapfen einer grossen Glocken, ... wenn ich
nem weichen Steine bewe... em gemei-
mischung des Steins, F... n solte.
damit man die Zapfen ... an den
schmiert hatte, war ei... on ei-
welche eine grosse m... ach-
indem ein Stück, w...
wenn es schon nicht ...
dem Eisen hängen ...

Der Magnet theilet dem Eisen seine Kraft mit.

§. 418. Gemei... sen eine magne... gneten dem man es ... icht we-streicht. D... n, daß er Messer thu... ichtesten Cör-eine Neh... , als wenn gar es ist n... wäre. Verlangt den M... n: so nehme man ei-eine ... etze sie neben dem Ma-mag... n wahrnehmen, daß sich herum dreht, wenn der ...edrehet wird. Es ist nemlich ...del nicht anders anzusehen als ... davon in N der Nordpol, in S Süderpol ist. Wenn man nun den ...en herumwendet: so kommt der Nord-...es Magnetens gegen den Nordpol der ...del zu stehen. Und da die Pole, welche ...nerley Nahmen haben, einander von sich stossen (§. 416.): so ist klar, daß sich die Magnetnadel bewegen müsse, wenn man den Magneten herumdrehet. Hiedurch kan man den

Von der Magnetnadel.

Wür-

Würckungsraum [illegible] über den Magneten:
[illegible] Denn wenn [illegible] von selbst in eine
[illegible]nd nach von [illegible] Und so hat es
[illegible]wird sich b[illegible] müsse sich die
[illegible]von de[illegible]leichen Linien
[illegible] n[illegible] Weiß
[illegible] Nord-
[illegible] wohl
[illegible] kön-
[illegible]aterie. [illegible]
[illegible]ase, mit Holtze, [illegible]
[illegible]mit Bleye, oder auch mit Go[illegible]
der Magnet seine Würckung in die
[illegible]etnadel eben so starck und in eben der
[illegible]fernung äussern, als wie er that, ehe man
[illegible]en Raum zwischen ihm und der Magnetna-
del mit dergleichen Cörpern angefüllet hatte.
Dieses ist an dem Magneten das allerselt-
samste, zugleich aber auch dasjenige, davon
man am wenigsten die Ursache anzuzeigen ver-
mögend ist. Wer sich es einmahl in den
Kopf gesetzt hätte, daß eine jede Bewegung von
dem Drucke oder Stosse eines Cörpers her-
kommen müste, der würde ohnfehlbar darauf
verfallen, daß die Kraft des Magnetens einer
gewissen subtilen Materie zuzuschreiben sey,
welches aus seinen Polen herausflösse und an
das Eisen anstiesse. Allein, das gegenwär-
tige Experiment beraubt diesen Gedancken al-
ler seiner Wahrscheinlichkeit. Solte denn
kein Cörper in der Natur durch seine Gegen-

Sache für unnütze auszugeben, wenn ich gleich nicht begreiffe, was sie in dem gemeinen Leben für einen Vortheil schaffen solte.

Ob der Magnet durch das Streichen etwas verliert.

§. 420. So viel Eisen als man an den Magneten streicht, so viel bekömmt davon eine magnetische Kraft. Dem aber ohngeachtet wird die Kraft des Magneten selbst nicht im geringsten vermindert. Er theilt also mit ohne etwas zu verlieren. Dabey aber ist doch immer einer freygebiger, als der andere.

Kein Cörper verhindert die Würckung des Magnetens.

§. 421. Wenn dieses an dem Magneten gantz was besonders ist: so wird es nicht weniger Verwunderungswürdig seyn, daß er seine Würckung auch durch die dichtesten Cörper äussern und so äussern kan, als wenn gar nichts vorhanden gewesen wäre. Verlangt man die Probe anzustellen: so nehme man eine Magnetnadel und setze sie neben dem Magneten: so wird man wahrnehmen, daß sich die Magnetnadel herum dreht, wenn der Magnet herumgedrehet wird. Es ist nemlich die Magnetnadel nicht anders anzusehen als ein Magnet, davon in N der Nordpol, in S aber der Süderpol ist. Wenn man nun den Magneten herumwendet: so kommt der Nordpol des Magnetens gegen den Nordpol der Nadel zu stehen. Und da die Pole, welche einerley Nahmen haben, einander von sich stossen (§. 416.): so ist klar, daß sich die Magnetnadel bewegen müsse, wenn man den Magneten herumdrehet. Hiedurch kan man den

Wür-

Würckungsraum des Magnetens bestimmen. Denn wenn man die Magnetnadel nach und nach von dem Magneten zurücke zieht: so wird sich bald zeigen, wie groß ihre Entfernung von dem Magneten seyn könne, daß doch dieser noch in sie würcket. Hat man diesen Punct gefunden: so setze man zwischen den Magneten und die Magnetnadel ein Gefässe mit Wasser, oder mit einer jeden andern flüßigen Materie. Man erfülle diesen Raum mit Glase, mit Holtze, mit Stein, mit Zinne, mit Bleye, oder auch mit Golde, so wird der Magnet seine Würckung in die Magnetnadel eben so starck und in eben der Entfernung äussern, als wie er that, ehe man den Raum zwischen ihm und der Magnetnadel mit dergleichen Cörpern angefüllet hatte. Dieses ist an dem Magneten das allerseltsamste, zugleich aber auch dasjenige, davon man am wenigsten die Ursache anzuzeigen vermögend ist. Wer sich es einmahl in den Kopf gesetzt hätte, daß eine jede Bewegung von dem Drucke oder Stosse eines Cörpers herkommen müste, der würde ohnfehlbar darauf verfallen, daß die Kraft des Magnetens einer gewissen subtilen Materie zuzuschreiben sey, welches aus seinen Polen herausflösse und an das Eisen anstiesse. Allein, das gegenwärtige Experiment beraubt diesen Gedancken aller seiner Wahrscheinlichkeit. Solte denn kein Cörper in der Natur durch seine Gegen-

wart vermögend seyn, die subtile Materie aufzuhalten und ihre Bewegung zu hemmen? Gesetzt aber auch, diese Materie wär viel subtiler als die Zwischenräumgen aller, und selbst des dichtesten Cörpers des Goldes. Gesetzt, daß sie durch alle Cörper, so wie das Wasser durch ein Sieb, hindurchflösse: so würde zum wenigsten ein Theil dieser flüßigen Materie an die festen Theile des Goldes anstossen. Sie würden dadurch zum Theil aufgehalten und ihre Bewegung würde vermindert werden. Solchergestalt wäre es nicht möglich, daß der Magnet seine Würckung eben so starck durch die Luft als durchs Wasser, und durch das Wasser eben so starck als durchs Metall verrichten solte. Was soll man nun hierzu sagen! Der Magnet würckt in das Eisen, das lehrt die Erfahrung. Er berührt das Eisen nicht unmittelbar, es ist auch keine subtile Materie, die von ihm ausfliessen und das Eisen in Bewegung setzen könnte. Demnach müste der Magnet in das Eisen würcken, ohne daß zwischen beyden Cörpern weder eine mittelbare noch unmittelbare Berührung statt hätte. Und gleichwohl sind alle Gelehrte darinnen einig, es könne kein Cörper in den andern würcken, ohne ihn zu berühren. Ich kan also wohl glauben, daß es viel gewagt sey, wenn ich hier eine Anmerckung machen will, von der ich schon voraus weiß, daß mir alle meine Leser ihren Beyfall ver-

versagen werden. Allein ich werde es doch nur gestehen müssen. Man sieht von Jugend auf, daß ein Cörper den andern in Bewegung setzt, wenn er an ihn anstößt. Man findet in der That, daß die Cörper einander berühren, indem sie an einander stossen. Und so schleicht sich gantz unvermerckt der allgemeine Satz in das Gemüthe ein: es könne kein Cörper in den andern würcken, ohne ihn zu berühren. Die ersten Anfangsgründe der Vernunftlehre aber sind hinreichend, die unrichtige Folge dieses Schlusses darzuthun. Denn man schließt von einem besondern Falle auf einen allgemeinen Satz. Man müste vielmehr aus dem Begriffe der Berührung erweisen, daß in ihr allein die Möglichkeit der Würckung eines Cörpers in den andern gegründet sey. Es ist wahr, man kan nicht begreiffen, wie ein Cörper in den andern würckt, ohne ihn zu berühren; allein man begreift es eben so wenig, wie ein Cörper in den andern würckt, wenn er ihn berühret. Und ich bin gut dafür, man würde es nimmermehr glauben, daß ein Cörper einen andern, indem er an ihn anstößt, in Bewegung setzen könte, wenn man es nicht täglich für Augen sähe. Wir würden davon keinen bessern Begriff, als ein Blindgebohrner von der rothen Farbe haben. Ich werde es also so lange für wahrscheinlich halten, daß die Würckung des Magnetens in das Eisen ohne Berührung ge-

geschehe, biß ich überführt werde, daß hierinnen ein Widerspruch liege. Ich hätte die Freyheit, dieser Meynung noch ein mehreres Ansehen zu geben. Allein ich gestehe gerne, daß dieses nicht der rechte Weg wäre, und nehme mir also nicht die Mühe dergleichen zu thun.

Zweifel wider die magnetische Materie.

§. 422. Sturm verfiel darauf, es möchte wohl die Luft zu der Würckung des Magnetens das meiste beytragen. Es läßt sich aber das Gegentheil leicht darthun. Denn der Magnet bewegt die Magnetnadel eben so im luftleeren Raume, als in der freyen Luft. Daher stehen die meisten Naturkündiger in der Meynung, daß eine ungemein subtile Materie aus beyden Polen des Magnetens beständig ausflösse, und zwar dergestalt, daß diejenige, welche aus dem Nordpole käme, in den Süderpol wieder hineinführe; und die, welche aus dem Süderpole ausgegangen wäre, hätte wieder in den Nordpol ihren Eingang. Weil sich nun diese subtile Materie in einem Wirbel um den Magneten herum bewegte, so risse sie das Eisen mit sich fort, und triebe es gegen den Magneten. Daß also das Anziehen des Magnetens ein blosser Schein wäre, weil man es in der That dem Stosse einer subtilen Materie zuschreiben müsse. Ja sie suchen dieses selbst durch ein Experiment zu beweisen. Denn man nehme Eisenfeilspäne und streue sie auf ein Papier; die-

dieſes Papier halte man über den Magneten: ſo werden ſich die Feilſpäne von ſelbſt in eine elliptiſche Figur verſetzen. Und ſo hat es allerdings das Anſehen, als müſſe ſich die magnetiſche Materie in eben dergleichen Linien um den Magneten herumbewegen. Weil endlich die Materie, welche aus dem Nordpole ausflieſſet, nicht in den Nordpol, wohl aber in den Süderpol wieder hineingehen könte: ſo ſcheint es gantz begreiflich zu ſeyn, warum Pole von einerley Namen einander von ſich ſtoſſen, und warum diejenigen, welche verſchiedene Namen haben, einander an ſich ziehen. Allein, der vornehmſten Schwierigkeit, welche ich vorhin (§. 421.) angeführet habe, nicht zu gedencken: ſo ſoll ſich die magnetiſche Materie in krummen Linien um den Magneten bewegen. Hieraus aber folgt, daß ſie eine Centripetalkraft oder eine beſtändige Bemühung haben müſſe, ſich gegen den Magneten zu bewegen (§. 106.) und da der Grund davon nothwendig in den Magneten ſelbſt ſeyn müſte: ſo müſte der Magnet die magnetiſche Materie an ſich ziehen (§. 37.). Wie iſt aber dieſes möglich? Ja warum ziehet der Magnet nur ſo wenig Cörper an ſich? Warum zieht er eben das Eiſen an ſich, und nicht das Gold, das Bley und das Zinn? Sollte die magnetiſche Materie einen Cörper nicht eben ſo wohl als den andern gegen den Magneten hinſtoſſen? Des Cartes wollte der Sa-

che

che helfen, und gab der magnetischen Materie eine Gestalt wie lauter kleine Schrauben. Die Zwischenräumgen des Eisens aber bildete er sich wie lauter Schraubengänge ein, in welche sich die magnetische Materie hineinschraubte, und also das Eisen gegen den Magnet triebe. Der Einfall ist lustig. Nur das ist schlimm, daß er sich nicht erweisen läßt. Und wenn man auch ihm zu Gefallen dieses glauben wolte: so glaube ich doch, daß diese kleine Schrauben vielmehr in dem Eisen feste stecken bleiben würden, als daß sie es gegen den Magneten treiben solten.

Von der Declination.

§. 423. Ich muß es gestehen, daß ich den Cartesianischen Lehrbegrif von den Magneten noch ziemlich vortheilhaft vorgestellt habe. Wie viel Dinge sind aber, die sich daraus noch nicht begreiffen lassen? Der Magnet und die Magnetnadel kehren sich gegen Norden (§. 414. 419.). Was ist die Ursache hievon? Halley wird uns antworten, daß sich in der Erde ein grosser Magnet befände, welcher durch seine anziehende Kraft diese Richtung der Magnetnadel verursachte. Dieses liesse sich noch wohl hören, wenn nur die Magnetnadel recht genau nach Norden zeigte. So aber weicht sie von der wahren Mittagslinie ab, welche Abweichung von der Mittagslinie ihre Declination genennt wird. Diese Declination verändert sich mit der Zeit. Alle sind darinnen einig, daß die Magnetnadel in

Eu-

Europa vormahls gegen Osten ihre Declination gehabt habe, da sie nun gegen Westen declinirt. Man hat diese Declination zu London in 112 Jahren folgendergestalt befunden.

Jahre	Declination
1580	11 Gr. 17. M. gen Osten.
1622	6 Gr. g. O.
1634	4 Gr. 5. M. g. O.
1657	o o
1672	2 Gr. 30. M. gen Westen
1692	6 Gr. g. W.

Daher giebt Halley dem unterirdischen Magneten eine eigene Bewegung, um die Declination der Magnetnadel zu erklären. Es ist ferner auch die Declination der Magnetnadel an verschiedenen Orten des Erdbodens verschieden. Nur hat man noch keine richtige Regul erfunden, nach welcher sich die Declination der Magnetnadel zu verschiedenen Zeiten oder an verschiedenen Orten bestimmen liesse. Denn ihre Bewegung ist gar nicht gleichförmig.

§. 424. Wenn man eine Magnetnadel verfertigen läßt, welche auf ihrer Spitze ganz horizontal stehet: so wird man bemercken, daß der nordische Theil der Nadel, wenn sie mit dem Magneten gestrichen worden ist, nie- Von der Inclination.

der-

dersinckt, dergestalt, daß es das Ansehen gewinnet als wäre er schwerer geworden. Diese Abweichung von der Horizontallinie heißt die Inclination der Magnetnadel. Um diese observiren zu können, läßt man die Nadel vertical stellen, und zählet an der Peripherie des Compasses, welche in ihre 360 Grade eingetheilt ist, die Grade der Inclination eben so, wie man die Grade der Declination abzählet. Die Inclination verändert sich ebenfalls mit der Zeit und dem Orte. Was insonderheit das letztere betrift, so hat man angemerckt, daß in denen nordischen Ländern der Nordpol, in denen südischen Oertern des Erdbodens aber der Süderpol der Nadel niedersinckt. Doch kan man sich nicht eher Hoffnung machen, durch die Inclination der Nadel die Longitudinem maris zu bestimmen, bis man mehrere Observationen davon vor sich hat. Vielleicht könnte man so dann die Regel ausmachen, nach welcher sich die Inclination richtete. Denn so viel ist aus der Erfahrung gewiß, daß dieselbe der Entfernung vom ersten Meridiano nicht schlechthin proportional ist. Dieses streitet nicht mit der bekanten Ordnung der Natur. Es ist wahr, sie bringt ihre Veränderungen immer nach einer Regel hervor, und bedient sich dazu beständig eines gewissen Maasstabes. Aber wir müssen nicht glauben, daß alles nach einer geometrischen Progres-

greßion geschehen müsse. Durchaus nicht. Es giebt unzähliche andere Progreßionen, welche gantz verworren scheinen und es doch nicht sind, wenn man nur einmahl die Regel weiß, nach welcher sie sich richten. Man kan dieses nicht besser als mit den Untzen der höhern Dignitäten erläutern, welche durch eine leichte Regel bestimmt werden.

Weil ich in dem vorhergehenden gesagt habe, der Magnet zöge keinen Cörper auser den Eisen an, so scheint dieses offenbar den Observationen der neuen Naturkündiger zu widersprechen. Müschenbroeck erzehlet eine lange Reihe solcher Cörper, welche ordentlicher Weise von niemanden für Eisen gehalten werden, die aber, wenn sie für sich alleine, oder mit andern vermischt in Feuer geglüet werden, von den Magneten eben so, als das Eisen angezogen werden können. Scheint es also nicht, daß die Regel, welche ich oben gegeben habe, zu frühzeitig gemacht worden sey, und wird man mir nicht Schuld geben, daß ich von einen besondern Fall auf einen allgemeinen Satz geschlossen habe? In Wahrheit, es sollte mir leid thun, wenn ich dieses gethan hätte, ob ich gleich weiß, daß nichts leichter und nichts gewöhnlicher sey als dieses zu thun. So gerne ich mich der Möglichkeit diesen Fehler zu begehen unterwerfe, so wenig glaube ich, daß ich ihn itzo begangen habe. Denn ich will versuchen meinen Le-

sern darzuthun, daß in allen den Cörpern, die kein Eisen sind und welche der Magnet gleichwohl an sich zieht, etwas von Eisen vorhanden seyn müsse. Es ist bekannt, daß das Eisenvitriol, wenn es in Wasser aufgelöset ist, durch Vermischung mit der Solution der Galläpfel eine schwartze, oder wenigstens braune Farbe bekommt. Eben dergleichen geschichet aber mit allen den Cörpern, welche der Magnet an sich zu ziehen vermag. Sie geben alle, wenn sie mit den in Wasser aufgelößten Galläpfeln vermischt werden, dem Wasser eine schwartze, oder braune Farbe, obgleich dieses von einigen eher, als von andern geschichet. Sollte man aber wohl daraus einen andern Schluß machen, als daß alle diese Cörper in ihrer Vermischung entweder schon würckliche Eisentheilgen hätten, oder daß sie zum wenigsten dergleichen Theile besässen, welche durch das Glüen oder den Zusatz anderer Materien in Eisen verwandelt würden. Es ist wahr, man könte wider den gegebenen Beweiß einen scheinbaren Einwurf machen, daß nicht nur das Eisen, sondern auch das Kupfervitriol eine dunkle Farbe verursachte, wenn es mit der Solution der Galläpfel oder anderer irrdischen mit einer zusammenziehenden Kraft begabten Kräuter vermischt würde. Und wenn dieses ist, so wäre es gar leichte möglich, daß die gedachten Sachen, welche der Magnet ausser den Eisen

an ſich ziehet, nicht ſowohl Eiſen, als vielmehr Kupfer bey ſich führten. Allein dieſer Einwurf verlieret alle Wahrſcheinlichkeit, wenn man bedenckt, daß der Magnet weder das Kupfer vor ſich, noch auch, wenn es durchgeglüet oder auf andere Art verändert worden, an ſich zu ziehen pfleget. Die Vermuthung hingegen iſt ſehr ſtarck, daß die Eiſenerde, die übrige Metalle ausgenommen, bey den allermeiſten Cörpern befindlich ſey, weil die meiſten in den Stand geſetzt werden können, daß ſie der Magnet, nachdem ſie entweder geglüet, oder auch mit andern Sachen vermiſcht worden ſind, an ſich ziehet. Vielleicht löſet das in der Luft befindliche ſaure Saltz dieſe in den Cörpern befindliche Eiſenerde auf, von deſſen Gegenwart man deutliche Proben anführen kan. Durch das Glüen im Feuer wird die Säure dieſes Vitriols hinweggejagt dergeſtalt, daß die bloſſe Eiſenerde zurücke bleibt. Ich habe dieſe anziehende Kraft des Magnetens ſo gar bey dem Glaſe bemercket, ob ich gleich noch zur Zeit nicht ſagen kan, ob dieſes mit allen Arten des Glaſes angehe. Ich habe ſolches mit den gläſernen Kügelgen verſuchet, deren ich mich zum Beweiſe der anziehenden Kraft des Waſſers bediene. Denn ich habe zu verſchiedenenmalen bemercket, daß ſich dieſe Kügelgen dem Magneten genähert haben, wenn ſie auf dem Waſſer geſchwommen haben, und die Pole

des Magnetens nahe daran gekommen sind, doch ohne das Wasser und die Kügelchen unmittelbar zu berühren. Weil ich nun nicht weiß, ob jemand diese Observation gemacht hat, so habe ich sie meinen Lesern mittheilen wollen. Die Kügelgen, deren ich mich dazu bedienet habe, waren von weissen Venetianischen Glase, und ich zweifle nicht, es werde der Sand oder andere Materialien, daraus dieses Glaß verfertiget wird, etwas von einer Eisenerde in sich halten, ob mir gleich zur Zeit unmöglich gewesen solches zu untersuchen.

Ich wollte gerne denen Moralisten und Lehrern der Metaphysic das Vergnügen gönnen über die Natur allerhand Anmerckungen zu machen, bisweilen aber sehe ich mich genöthiget dieses selber zu thun, weil ich sehe, daß es von ihnen niemahls geschiehet. Es ist wahr, man sollte dencken, derjenige, welcher die Wissenschaft von GOtt und der Welt, das ist, von allen Dingen, welche vorhanden sind, gelernt hätte, der, sage ich, müßte auf griechisch ein Pansophus, weil sich die Deutschen noch nicht so hoch verstiegen haben, genennt werden. Ich weiß auch, daß schwache Seelen sich viel darauf zu gute thun, aber sie bedencken nicht, daß in der Metaphysic von allen diesen Sachen nur überhaupt gehandelt wird, und daß es nicht genug sey, wenn man gefraget wird, was ist der Magnet? zu antworten, er ist ein zusammengesetztes Ding.

Ge-

Gewiß, dieses ist eben so wenig hinreichend, als wenn man jemand um den Inhalt der Newtonianischen Schriften fragte, und der wollte antworten, sie enthielten nichts anders als eine von den möglichen Arten der Verwechselung der Buchstaben in dem Alphabete. Denn das wäre auf eine gelehrte Art gesaget, was die Kinder einfältig sagen, wenn sie buchstabiren lernen. Ich habe mir nichtsweniger vorgesetzt, als andere Leute ihres Vergnügens zu berauben. Ich werde ihnen also die Freude von Hertzen gönnen, wenn sie glauben, es gehöre nichts weiter dazu, die Welt zu kennen, als daß man wisse, es sey ein zusammengesetztes Ding, und alles, was darinnen vorgehe, müste seinen zureichenden Grund haben. Wahrheiten, welche ich niemals in Zweifel zu ziehen gedencke, von denen ich aber glaube, daß sie bey der Betrachtung der Natur nichts weiter sind, als die Kenntniß der Buchstaben bey einen Gelehrten. Man betrachte nur den Magnet, so wird man sehen, wie weit man mit seinen Vernunftschlüssen kommen wird. Der Magnet theilet dem Eisen seine Kraft mit ohne etwas zu verlieren, und man wird mich sehr verbinden, wenn man mir sagen wird, wie dieses zugehe. Ich verstehe aber durch sagen hier nichts anders, als beweisen, daß es so und nicht anders geschehe. Denn sonsten würde mein Beyfall nichts weiter als eine Höflichkeit oder Liebe zum

Frieden zu nennen sey. Man sage mir, wie es möglich sey, daß der Magnet das Eisen an sich ziehe, ohne es zu berühren, ja, wie ich bewiesen habe, ohne daß eine Materie zwischen ihm und den Eisen vorhanden sey, welche vermögend wäre dergleichen zu thun? Ich wollte allenfalls darauf wetten, wenn wir dergleichen Erfahrungen nicht wüßten, ja, wenn sie nur nicht so bekannt wären, die Philosophen würden uns mit der größten Ernsthaftigkeit beweisen, daß dieses nicht möglich wäre. Aber so ist es. Man weiß immer mehr, als man wissen sollte, und wo ich nicht gäntzlich irre, so sind sehr viele bloß darum Gotesverläugner geworden, weil sie gemeynt haben, das alles könne nicht seyn, was sie nicht deutlich begreifen. In Wahrheit, ein sehr elender Schluß bey einer so wichtigen Sache.

Aehnlichkeit der Schwere mit der anziehenden Kraft des Magneten.

§. 425. Die Würckungen des Magneten und der Schwere haben eine grosse Aehnlichkeit. Ich sage, sie haben eine grosse, doch aber keine vollkommene Aehnlichkeit. Denn sie sind auch mercklich von einander unterschieden. Die Schweere ist z. E. der Menge der Materie proportional (§. 18.); der Magnet aber zieht ein Eisen von einer mittelmäßigen Grösse stärcker, als ein kleineres oder grösseres an sich. Die Schwere nimmt ab, wie das Quadrat der Entfernung von dem Mittelpuncte der Erde zunimmt; die anziehende Kraft des Magnetens nimmt zwar auch mit

der Entfernung ab, aber in einer gantz andern und nicht beständigen Proportion. Im übrigen aber kömmt die Würckung des Magnetens mit der Schwere so genau überein, daß man sich keinen natürlichern Begrif von der Schwere machen kan, als wenn man sich den Erdboden als einen Magneten einbildet, welcher alle Cörper ohne Unterscheid in einer gewissen Entfernung an sich ziehet. Denn die schweren Cörper bewegen sich gegen den Erdboden. Und es ist gar kein Zweifel, daß nicht in der Erde selbst der Grund von dieser Bewegung zu suchen seyn sollte. Ist aber dieses, so ziehet der Erdboden die Cörper an sich; und sie sind eben darum schwer, weil er sie an sich ziehet. Würde hieraus aber nicht etwas folgen, das aller Erfahrung widerspricht? Man werffe einen Stein in Höhe. Dieser Stein, welcher ietzo in der Luft schwebt, ist schwer. Der Erdboden zieht also den Stein an sich. Wenn nun die Würckung allemahl eine Gegenwürckung hat welche ihr gleich ist (§. 36.): so wird nicht nur die Erde den Stein, sondern auch der Stein die Erde an sich ziehen müssen. Da sich nun der Stein gegen die Erde bewegt: so müste sich auch der Erdboden gegen den Stein in die Höhe bewegen. Welches man indessen doch niemahls wahrnimmt. Diese Schlüsse sind richtig. Man wird sie aber noch weiter fortführen müssen, um aus der Sache zu kommen.

Wenn die Erde vermöge der Bewegungsgesetze (§. 36.) eben so starck in den Stein, als der Stein in den Erdboden würcket: so müssen sich beyde Cörper mit gleicher Gewalt bewegen. Zwey Cörper haben gleiche Gewalt, wenn ihre Massen und Geschwindigkeiten einander umgekehrt proportional sind (§. 64.). Derowegen verhält sich die Geschwindigkeit des Erdbodens zu der Geschwindigkeit des Steines, wie die Masse des Steines zu der Masse des Erdbodens. Wer wollte nun leugnen, daß die Masse des Steines unendlich kleiner sey als die Masse des gantzen Erdbodens? Es muß demnach auch die Geschwindigkeit des Erdbodens in Ansehung des Steines unendlich klein seyn. Wenn nun eine unendlich kleine Grösse für nichts zu achten ist: so ist auch die Geschwindigkeit dieser Bewegung für nichts zu halten; und es ist also eben so viel, als wenn sich der Erdboden gar nicht bewegte (§. 23). Es hat damit eben die Beschaffenheit, als wenn man einen Magneten in ein klein höltzern Schif oder Gefässe legen, das Gefässe mit Steinen beschweren und auf das Wasser setzen wolte. Denn wenn man in einer gewissen Entfernung davon eine kleine und leichte hohle eiserne Kugel auf das Wasser legte: so würde sie sich gegen den Magneten bewegen, ohne daß man an dem Gefässe, darinnen der Magnet läge, eine Bewegung gewahr werden würde. Es muß freylich die Geschwindigkeit desto kleiner seyn, je grösser die

Masse

Masse ist (§. 65.); ob gleich das Eisen so wohl den Magneten, als der Magnet das Eisen an sich ziehet (§. 37.). Allein, die Aehnlichkeit zwischen der Schwere und der magnetischen Kraft geht noch weiter. Die Schwere würckt in einen bewegten Cörper eben so, wie in einen ruhenden (§. 141.). Die magnetische Kraft thut es auch. Es ist bekannt, wenn man eine Nehnadel durch ein Pappier steckt und sie mit den Fingern herumdrehet, so läuft sie auf dem Tische herum. Bringt man nun einen Magneten daran: so zieht er zwar die Nadel an sich, er verhindert aber keinesweges ihre Bewegung; sondern sie dreht sich an dem Magneten eben so herum, als sie sich auf dem Tische würde herumgedrehet haben. Der Magnet würcket immerfort und ohne Aufhören in ein Eisen, das ihm nahe genug ist. Die Schwere verrichtet ihre Würckung auf eben dieselbe Art. Denn eben daraus, daß die Schwere beständig in den Cörper würcket, und ihm also alle Augenblick eine neue Geschwindigkeit mittheilt, sind alle Eigenschaften der Schwere erwiesen worden (§. 131.). Selbst der Satz, daß alle Cörper in gleicher Zeit zu Boden kommen, wenn sie von gleicher Höhe heruntergefallen, und kein Widerstand vorhanden ist, welchen ich oben als in der Erfahrung gegründet angenommen habe (§. 57.), läßt sich aus eben dem Grunde erweisen. Denn weil die Quadrate der Geschwin-

schwindigkeit bey dem Falle der schweren Cörper denen Höhen proportional sind (§. 134.): so müssen die Quadrate der Geschwindigkeit gleich seyn, wenn die Höhen gleich sind. Sind die Quadrate der Geschwindigkeit gleich: so sind die Geschwindigkeiten selbst gleich. Es fallen also alle schwere Cörper von einerley Höhe mit gleicher Geschwindigkeit herunter; und kommen folglich in gleicher Zeit zu Boden (§. 42.).

Von der Electricität.

§. 426. Die grosse Aehnlichkeit, welche zwischen den Würckungen des Magnetens und der electrischen Cörper ist, leitet uns zur Betrachtung dieser wunderbaren Eigenschaft der Cörper, welche man ihre Electricität zu nennen pflegt. Es lassen sich nemlich so viele Cörper durch reiben in den Stand setzen, daß sie andere an sich ziehen und wieder von sich stossen, und man pflegt sie alsdenn electrisch zu nennen. Andere, die dergleichen Kraft durch Reiben nicht bekommen können, erhalten sie durch Annäherung oder Berührung electrischer Cörper, und man sagt alsdenn von ihnen, daß sie electrificirt worden sind. Es hat das Ansehen, daß denen Alten, die letztre Art electrischer Cörper gar nicht, von der erstern aber nur sehr wenig bekannt gewesen sey. Sie hatten dieses insonderheit bey dem Ambra wahrgenommen, und bemerckt, daß es, nachdem es gerieben worden, andere leichte Cörper an sich gezogen; daher es auch von ihnen

ihnen Electrum genennet worden. Nach der Zeit aber hat ſich die Anzahl der electriſchen Cörper und derer welche electriſiciret werden können, dergeſtalt vermehret, daß ich beſorge, man werde die Electricität bald unter die allgemeinen Eigenſchaften der Cörper zählen, und ihnen eben den Rang verſtatten, welchen man der Ausdehnung, Impenetrabilität, der Schwere und anziehenden Kraft zuzueignen pfleget. Denn in die Anzahl derer Cörper, welche ſelbſt electriſch ſind, gehören, auſſer dem Ambra, alle Harze, der Bernſtein, Agat, der Schwefel, das Gummicopal, die Reſina Guaiaci und Jallapä, das Colophonium, dasjenige, was bey der Deſtillation des Petrolei übrig bleibet, der Demant, der Saphir, der Topas, der Opal, der Amethiſt, der Belemnite, alle Arten von Cryſtall und mit einen Worte alle Edelgeſteine, ſie mögen durchſichtig ſeyn oder nicht. Ferner ſo hat man bemerckt, daß alle Arten von Glaſe electriſch ſind. Ich habe dergleichen Kraft zwar bey den unreineſten grünen Glaſe wahrgenommen; doch aber gefunden, daß das weiſſe und durchſichtige Glas, ſonderlich das Venetianiſche hierzu viel geſchickter ſey. Ferner ſo gehört hieher das aus dem Bleye und Spießglaſe verfertigte Glas und ſo viel andere Cörper, welche alle zu erzählen deſto unzureichender ſeyn würde, je weniger man verſichert ſeyn könte, daß man ſie alle erzählt

hätte.

hätte. Alle diese Cörper ziehen, nachdem sie durch reiben erwärmt worden sind, andre leichte Cörper an sich. Doch sind einige Umstände vermögend, die Electricität zu befördern, und, wenn man darauf nicht acht hat, sie öfters gänzlich zu verhindern. Denn man hat aus der Erfahrung gelernet, daß es gut sey, wenn man die electrischen Cörper erst ein wenig erwärme, ehe man sie reibet, daß man die Cörper welche angezogen oder electrisch gemacht werden sollen, nicht auf Cörper, welche selbst nicht electrisch sind, wohin die Metalle gehören, sondern vielmehr, auf Pappier, Glas, Pech oder Siegellack leget; und daß man endlich, welches das vornehmste ist, alle Feuchtigkeit und wässerigte Ausdünstungen vermeide, denn eben darum lassen sich die electrischen Experimente nicht wohl bey einer grossen Menge Zuschauer, die die Luft mit ihren Ausdünstungen erfüllen, oder bey trüben und regnichten Wetter anstellen; sondern sie gehen viel besser von statten, wenn die Luft heiter ist, oder ein frischer Nordwind wehet.

Metalle sind nicht electrisch.

§. 427. Die Metalle werden durch blosses Reiben niemahls electrisch. Doch ziehen electrische Cörper die Metalle starck an sich. Man kan dieses wahrnehmen, wenn man ein Goldblätgen auf ein paar Federn legt, und Siegellack oder eine gläserne Röhre darunter oder darüber hält, welche vorher wohl gerieben worden. Denn das Siegellack ziehet

das

das Goldblätgen sogleich heftig an sich. Und man bemerckt überhaupt, daß diejenigen Cörper am stärcksten angezogen werden, welche die geringste Electricität besitzen.

§. 428. Das Glas mag wohl unter allen Cörpern die gröste Electricität haben. Denn man hat bemerckt, daß eine gläserne Röhre andere Cörper in einer Entfernung von 8 Schuhen an sich gezogen. Wenn man eine hohle gläserne Kugel durch ein Schwungrad schnell herumdrehet und die Hand daran hält, daß sie sich an dem Glase reibet: so zeigen sich die deutlichsten Merckmahle von ihrer Electricität. Denn wenn man über die Kugel einen Drath bieget, und an denselben seidene Faden hängt: so werden sich die Faden alle gegen den Ort wenden, wo die Hand die gläserne Kugel berührt. Befestigt man aber innerhalb der gläsernen Kugel einen höltzernen Teller, und hänget an diesen die seidenen Faden: so werden sie sich wie die Radii der Kugel aufrichten, wenn sich die gläserne Kugel an oder Hand reibet. Sie äussert aber ihre Electricität nicht mehr, wenn die Luft ausgepumpt ist. Daraus erhellet, daß die Luft zu der Würckung der electrischen Cörper etwas beytragen müsse. Das allerseltsamste dabey ist dieses, daß sich die seidenen Fäden innerhalb der Kugel bewegen, wenn man mit dem Munde dagegen bläßt, ohnerachtet die äussere Luft mit der Luft in der Kugel

Electricität des Glases.

gel keine Gemeinschaft hat. Es geschiehet aber solches aus keiner andern Ursache, als weil durch das Blasen mit dem Munde feuchte Ausdünstungen an die Kugel gebracht werden. Denn weil die Feuchtigkeit die Electricität der gläsernen Kugel vermindert (§. 426.): so ziehet sie die seidenen Fäden nicht mehr so starck an sich, und diese fallen also vermöge ihrer Schwere in ihre natürliche Lage zurück.

Wie man die Cörper electrificiret.

§. 429. Ohnerachtet nicht alle Cörper durch Reiben electrisch werden (§. 427.): so können sie doch diese Eigenschaft durch Berührung eines electrischen Cörpers erhalten. Nichts schickt sich besser darzu, als eine gläserne Röhre oder Kugel wenn sie erwärmet und starck gerieben worden ist. Selbst das Wasser wird electrisch, wenn man diese gläserne Röhre daran hält. Es ist aber wohl zu mercken, daß eine gläserne Röhre nur nach einer Direction gerieben werden müsse, wenn sie recht electrisch gemacht werden soll. Man faßt sie mit der rechten Hand an dem einen Ende an, und ziehet sie durch ein Tuch welches man in der lincken Hand hält, stößt sie aber nicht wieder zurück, und weil so viel daran gelegen ist, daß das Reiben nach einer beständigen Direction geschiehet, so schickt sich eine gläserne Kugel, die man an einer Spindel vermittelst eines Schwungrades herumdrehen kan, viel besser dazu, andre Cörper zu electrificiren, als eine Röhre, deren sich du Fay

und

und andre Naturkündiger, bisher hierzu bedient haben. Man wird denen Deutschen die Ehre lassen müssen, daß sie den Anfang gemacht haben, mit electrischen Kugeln Experimente anzustellen, welches nunmehro durch ihren Fleiß zu einer solchen Vollkommenheit gebracht worden, daß man dergleichen Experimente für eine Zauberey gehalten haben würde, wenn man sie vor 200 Jahren angestellt hätte. Denn **Otto von Guericke**, welcher durch die Erfindung der Luftpumpe bekannt genug ist, hat in eben dem Buche, worin er seine mit der Luft angestellten Experimente beschrieben hat, die Experimente erzählt, welche er mit einer Schwefelkugel angestellt, wenn er sie schnelle herumgedrehet, gegenwärtig aber hat man die gläsernen Kugeln dafür erwählt, welche hierzu viel geschickter sind, und deren wunderbare Würckungen, ich meinen Lesern zu erzählen, das Vergnügen haben werde. Man drehet eine gläserne Kugel vermittelst eines Schwungrades herum, und läst einen andern die Hand an diese Kugel halten, und zwar dergestalt, daß er die Finger in die Höhe richtet, damit er die Kugel nicht mit der gantzen Hund berühret, so wird die Kugel in kurtzer Zeit erwärmt werden, und ein Licht von sich geben, welches zwischen der Hand und der Kugel wahrzunehmen ist. Kömmt nun noch eine andere Person dazu und hält den Finger nahe an die gläserne Kugel, so wird sich an seinen Finger

eine noch hellere conische Flamme zeigen, aber dieses alles ist nichts, gegen die Würckungen der Electricität, die ich itzo anführen will. Man befestigt ein Brett an Stricke, daran sich oben eine Schnur von blauer Seide befindet, und läst einen Menschen auf diesen Brete entweder sitzen, oder, welches noch besser ist, horizontal liegen. Wenn er drauf sitzt, so muß er seine Hand nahe an die gläserne Kugel bringen, doch so, daß er sie noch nicht berühret. Er wird alsdenn um die Kugel eine Bewegung, als wie von einen Winde wahrnehmen, die aber stärcker ist, als sie bey einer Kugel seyn würde, welche man zwar herumdrehete, die aber nicht electrisch wäre. Wenn man Goldblätter und andere leichte Sachen in der Entfernung einiger Schuhe zu einen, auf diese Art electrificirten Menschen bringet; so zieht er sie mit grosser Heftigkeit an sich, stößt sie wieder zurück und zieht sie von neuen an sich. Nähert sich ihm aber ein andrer, entweder mit den Händen oder den Gesichte so fahren aus beyden Personen zugleich Funcken mit einen Geprassel heraus und beyde empfinden einen Schmertz, welcher zwischen dem, wenn man mit einer Nadel gestochen, oder mit den Finger geschnellt wird, so zu sagen, das Mittel hält. Nichts sieht artiger aus, als wenn man sich einem solchen electrischen Menschen langsam nähert, als wenn man ihn küssen wolte; denn es fahren

in

in dem Augenblicke, aus beyder Personen Lippen so viele Funcken mit Geräusche und Empfindung eines Schmerzens heraus, daß in der That eine kleine Herzhaftigkeit dazu gehört, dergleichen Kuß zu wagen. Ja, wenn man an eben demselben Orte des Leibes die Probe gar zu ofte anstellt; so entsteht ein rother Fleck, welcher einige Stunden hintereinander dauret. Hält man ein Schnupftuch nahe an die Füsse eines electrificirten Menschen, so springen zwar keine Funcken heraus, man vernimmt auch kein Gepraſſel, aber es zeigt sich doch zwischen seinen Füssen und dem Schnupftuche eine Flamme, die in einer heftigen Bewegung ist, gleich als wenn sie vom Winde getrieben würde, und dem, welcher electrificirt wird, ist es nicht anders als wenn sein Fuß eingeschlafen wäre. Wenn man Spiritum Vini oder ein destillirtes Oehl in einen Löffel thut, es ein wenig erwärmet, und den, welcher electrificirt worden ist, seinen Finger darüber halten läßt; so entsteht in dem Spiritu Vini erstlich eine Grube, als wenn ein Wirbel darinnen wäre, in dem Augenblicke aber sieht man Funcken, aus dem Finger mit einen kleinen Knalle heraus fahren, und der Spiritus Vini oder das Oehl zündet sich davon an. Ja es ist nicht einmal nöthig, daß die Person, welche electrificiret worden ist, ihren Finger darüber hält; sondern sie darf nur den Löffel mit dem Spiritu

Vini halten, es mag mit dem Munde oder der Hand seyn; denn so bald ein anderer dazu kömmt und seinen Finger darüber hält, so bald entzündet sich auch der Spiritus Vini auf die vorherbeschriebene Art. Und eben dieses läßt sich auch mit den Dämpfen verrichten, welche entstehen, wenn man Vitriolöhl, Wasser, und Eisenfeilspäne mit einander vermischt. Wer einen electrificirten Menschen bey der Hand nimmt, der wird selbst in dem Augenblicke electrisch gemacht, da er dieses thut: Er zieht leichte Cörper an sich, er giebt Funcken von sich, und hat eine Empfindung, wenn ihm ein anderer nahe kommt. Ja dieses gilt, wenn auch 50 Menschen einander bey den Händen angefaßt hätten; so wird der letztere in dem Augenblicke electrisch werden, da es der erstere geworden ist; sonderlich wenn ihre Hände nicht allzufeuchte sind, worauf man auch bey dem zu sehen hat, welcher seine Hand an die gläserne Kugel hält, um sie zu reiben. Damit aber die Kraft desto besser durch viele Personen fortgebracht werden könne; so muß man sie, so viel möglich, in den Stand setzen, daß sie keine andere Cörper berühren, als welche selbst electrisch sind. Daher läst man kleine Gefässe mit Pech ausgiessen, und sie darauf treten. Wenn man eine lange eiserne Stange horizontal aufhängt, und sie nahe an die gläserne Kugel bringt, die aber bey alle diesen

Experimenten herumgedrehet und durch Anhaltung der Hand gerieben werden muß, so werden allenthalben, wo man den Finger nahe an die eiserne Stange bringt, Funcken mit einem kleinen Knalle und Empfindung eines Schmerzens in den Finger herausspringen. Hält man einen Magneten nahe daran; so wird das Feuer aus den beyden Polen desselben recht lebhaft herausgehen, und wenn man forne an die eiserne Stange, einen eisernen Schlüssel anhängt; so wird sich alles dieses bey demselben nicht nur eben so zeigen; sondern man wird auch finden, daß wenn dieser Schlüssel ins Wasser getaucht wird, und sich ein Tropfen daran gehängt hat, dieser Tropfen eine conische Gestalt annehme, deren Grundfläche an den Schlüssel befindlich ist, nach und nach aber wird er immer kleiner, und dieses darum, weil ihn der Schlüssel mit einer grossen Gewalt, als einen sehr zarten Faden fortspritzet. Wenn man nun den Finger, ohngefehr in der Weite eines Zolles an diesen zarten Wasserstral hält; so wird man wahrnehmen, daß ihn der Finger an sich zieht. Man kan vermittelst einer solchen eisernen Stange oder Drathes die electrische Kraft von einem Orte in den andern in einem Augenblicke fortbringen, der Drath mag krumm oder gerade seyn, und dieses ist ein Mittel Wirckungen hervorzubringen, die einer Zauberey vollkommen ähnlich sehen. Denn wer

sollte es wohl glauben, daß man auf diese Weise machen könnte, daß die Coffeetassen, welche auf einem Tische stehen, Funcken von sich geben sollten, wenn man nach ihnen greift, ohne daß es einmahl nöthig ist, die Maschine, deren man sich zur Electricität bedienet, in die Stube zusetzen, darinnen diese erlaubte Zauberey vorgehen soll. Nur ist zu mercken, daß man allenthalben, wo andere Cörper diesen Drath berühren müssen, blaue seidene Schnüren darum winden muß, welches man auch selbst bey der Maschine, deren man sich zur Electrificatiom bedienet, in Acht zu nehmen hat, wenn man will, daß die Wirckung recht starck seyn soll. Denn Cörper, die selbst nicht electrisch sind, wohin insonderheit die Metalle gehören, rauben beständig etwas von dieser Kraft, wenn sie nahe an die Maschine gebracht werden. Doch ist es eben nicht nöthig, daß alle Schnüren von blauer Seide gemacht werden, sondern es ist genung, wenn dergleichen an die Stricke, die sich an der Maschine befinden, angebunden werden, wo dieselbige an andere Cörper befestiget sind. Endlich so lassen sich die electrischen Funcken eben so wie andere elastische Cörper reflectiren, welches man sehen kan, wenn man eine elfenbeinerne Kugel nahe an einen electrificirten Menschen bringt. Denn es springen die Funcken von dieser Kugel mit grosser Lebhaftigkeit zurück, und wenn man einen metalle-

nen Hohlspiegel nahe an eine electrificirte Person bringt, so wird man von dem Anstossen dieser Funcken an den Spiegel eine solche Erschütterung im Arme empfinden, daß man kaum vermögend ist den Spiegel zu halten.

Daß die Electricität nicht nur in die äussern, sondern auch in den innern Theilen eines Menschen seine Wirckung verrichte, kän man deutlich zeigen, wenn man einen in der Schwebe hängenden Menschen, welcher electrificiret worden ist, indem er die eine Hand an die gläserne Kugel hält, welche im Herumdrehen von eines andern Hand gerieben wird, die Ader öfnen läßt, und das herausspringende Blut mit einem zinnern Teller auffängt. Denn es springen häufige Funcken heraus, so bald es den Teller berührt. Ich habe daher bereits in meinen Gedancken von der Electricität, noch eher diese Experimente von jemanden gemacht worden sind, behauptet, daß die Electrification in der ausübenden Artzneygelahrheit ihren Nutzen haben müsse, und man will mich versichern, daß dieser Gedancke keine blosse Muthmassung mehr zu nennen sey, indem man bey gelähmten Gliedern die Electrification von einer ungemein geschwinden und heilsamen Wirckung befunden. Ich hatte in der gedachten Schrift ferner behauptet, daß der Umlauf des Geblüts durch die Electrification stärcker gemacht werden müßte,

und auch dieſes hat nunmehro die Erfahrung auſſer Zweifel geſetzt, indem man befunden, daß der Puls eines electrificirten Menſchens, der von nichts weniger als von Schrecken oder andern Affecten eingenommen iſt, geſchwinder gehe, und öfterer in einer Minute ſchlage, als er vorher geſchlagen hat. Mehrere Proben werden hierinnen ein gröſſeres Licht geben, und weil ich mir nichts weniger vorgeſetzt habe, als meinen Leſern mit frühzeitigen Muthmaſſungen beſchwerlich zufallen, ſo verſpreche ich ihnen künftig, wenn ich ſelbſt mit verſchiedenen Patienten dergleichen Proben angeſtellt haben werde, nicht nur die Hiſtorie davon, ſondern auch zugleich die Art und Wirckung der Electricität in menſchlichen Cörper nach meiner Einſicht mitzutheilen. Ich achte mich dazu deſto mehr verbunden, je mehr ich ſolche Sachen, die zur Beförderung der menſchlichen Glückſeligkeit dienen, denen vorziehe, welche keinen andern Nutzen haben, als einen einzigen eigenſinnigen und in ſich ſelbſt verliebten Kopf zu ergetzen.

§. 430. Ich zweifle nicht, man werde mit der Zeit noch mehrere Entdeckungen in dieſer Materie machen. Indeſſen iſt es einem Naturkündiger ſo natürlich ſich um die Urſachen der Begebenheiten in der Welt zu bekümmern, daß er es auch nicht unterlaſſen kan, wenn er ſchon nicht alle Umſtände weiß, welche

che zu Entdeckung der Ursachen erfodert werden. Wird man mir es also wohl verdencken können, wenn ich mich bemühe die Ursachen einer so natürlichen Zauberey zu errathen? Die meisten Naturlehrer sind sehr geschwind damit fertig geworden. Sie haben die ganze Sache von dem Drucke der Luft hergeleitet und geglaubet, daß durch die Wärme, welche vermittelst des Reibens hervorgebracht wäre, die Luft um die electrischen Cörper ausgedehnt und dünne gemacht wird. Wenn man nun z. E. ein Stückgen Siegellack riebe und es gegen ein Pappier hielte, so müßte sich die Luft zwischen dem Siegellack und Pappier ausdehnen und folglich dünne werden. Und, weil auf der andern Seite des Pappiers eine dickere Luft befindlich wäre, so stiesse die das Pappier an das Siegellack an. Aber warum ziehen electrische Cörper die Sachen nicht bloß an, sondern stossen sie auch von sich? Wie kan die electrische Kraft in einem Augenblicke so weit fortgebracht werden, da schon Du Fay ein Seil von tausend sechshundert und zwey und funfzig Schuhe bloß vermittelst einer geriebenen gläsernen Röhre in den Stand gesetzet, daß es Goldblätter und andere leichte Sachen an sich gezogen, wenn man die Röhre an das andere Ende gehalten hat? Wie ist es möglich einen, ja viele Menschen zugleich zu electrificiren? Woher kommen die Funcken, welche aus ihnen und an-

dern Cörpern herausspringen, die ihnen nahe kommen? Woher der Schmertz, den man davon empfindet? Woher endlich die Kraft, allerhand flüßige Materien anzuziehen? Alle diese Fragen werden bey dem gedachten Lehrbegriffe unbeantwortet bleiben, und man müßte die Eigenschaften der Luft nicht kennen, wenn man dergleichen Erklärung für richtig halten sollte. Es ist wahr, ein geriebener Cörper wird warm, die um ihn befindliche Luft dehnt sich von der Wärme aus, und wird dünne gemacht, aber wird sie deßwegen an ihrer Elasticität geschwächt? Nein, keinesweges, sondern ihre Elasticität wird vielmehr gerade durch die Wärme um so viel vermehret, als durch die Verdünnung verlohren gegangen ist, und es ist nichts leichter als dieses durch die Erfahrung zu beweisen. Denn nehmet eine Stange Siegellack, eine gläserne Röhre, oder einen Cörper, welchen ihr wollet, macht ihn so heiß, als es euch beliebet, und versuchet, ob er andere leichte Cörper an sich ziehen, oder Funcken von sich geben werde. Nimmermehr wird dieses geschehen, wenn er nicht gerieben wird. Es ist also eben so, als wenn man sagen wollte, die Luft in einer eingeheitzten Stube ist dünner, als die äussere. Derowegen wird die Luft die Fenster in die Stube hineinstossen müssen. Freylich ist die Luft in der warmen Stube dünner, aber es ist auch ihrer Elasticität durch die

Wär-

Wärme eben so viel wieder zugewachsen, als durch die Verdünnung verlohren gegangen ist. Andere Naturlehrer, welche sich an den Zusammenhängen der Cörper ergetzen, sind auf den Einfall gekommen, es habe ein jeder Cörper eine Atmosphäre um sich, die nahe um ihn dichter, in einer grössern Entfernung dünner wäre. Käme nun ein leichter Cörper nahe daran, so wirkte er wegen des Zusammenhangens stärcker gegen den electrischen Cörper, als auf die andere Seite. Aber man hat nur nöthig, alle diejenigen Fragen, welche ich vorher wider den Druck der Luft bey electrischen Cörpern angeführt habe, hier zu wiederhohlen und zu versuchen, ob man sie nach dieser Theorie auflösen könne, so wird man finden, daß dieses nicht angeht.

Falsche Ursachen der Electricität.

§. 431. Niemand wird auf die Gedancken gerathen, daß die electrischen Cörper ihre Wirckung auf eben die Art, wie der Magnet die seinige verrichten sollen. Denn der Magnet verrichtet seine Wirckung, wie ich gezeigt habe, ohne daß zwischen ihm und dem Eisen eine Materie vorhanden ist, hier aber zeigt das Gesicht, das Gefühl, das Gehör und der Geruch deutliche Proben von der Gegenwart schwefelichter Ausdünstungen. Die magnetische Kraft geht durch alle Cörper, die kein Eisen sind, ungehindert durch, aber die Wirckung der Electricität wird durch alle Cörper, welche selbst nicht electrisch sind, verhindert.

Soll ich meine Meynung von einer Sache sagen, darinnen bey strengen Richtern das Rathen selbst schon eine Art der Verwegenheit seyn wird, so bilde ich mir ein, daß man diese Frage schwerlich werde auflösen können, ohne die schwefelichten Ausdünstungen dabey zu Hülfe zunehmen. Denn durch das Reiben werden dergleichen Cörper warm gemacht, ihre Theile werden erschüttert, und gerathen in eine zitternde Bewegung, und beydes macht, daß die schwefelichten Ausdünstungen aus ihnen herausgehen, und selbst in eine heftige und wirbelhafte Bewegung gesetzt werden, welche macht, daß sie andere leichte Cörper bald zu sich reissen, bald aber wieder von sich stossen. Der schwefelichte Geruch der electrischen Cörper und selbsten des Glases, wenn es starck gerieben wird, ist ein deutlicher Beweis von der Gegenwart solcher Ausdünstungen, und der Wind, welchen man verspüret, wenn man die Hand nahe an eine electrische Kugel hält, überführet uns von der Wircklichkeit der wirbelförmigen Bewegung. Ja, die Funcken und die Entzündung verbrennlicher Materien zeigt offenbar von der Gegenwart schwefelichter Ausdünstungen. Denn man nennet alles dasjenige Schwefel, was einen Geruch von sich giebt und sich entzünden läßt. Ich weiß wohl, daß dieses gar keine vollständige Auflösung dieser Frage sey, ich weiß aber auch, daß man noch zur Zeit keine voll-

ständigere zu geben vermögend ist. Es ist ein neues Rätzel, das uns die Natur vorgelegt hat, bey welchem die Naturlehrer wegen ihrer Neugierigkeit, und die Artzneygelahrten wegen ihrer angebohrnen Dienstfertigkeit noch tausend Fehler werden machen müssen, bis die erstern die wahre Ursachen, und die letztern den rechten Gebrauch dieser Sache werden gelernt haben. Da nun keine merckliche Ausdünstungen ohne Luft seyn können (§. 368.): so muß auch die Electricität nicht merklich seyn, wenn die Luft ausgepumpet ist (§. 428.). Und weil durch eine blosse Erwärmung über der Flamme die schwefelichten Ausdünstungen zwar aus einem Cörper herausgehen, keinesweges aber in eine wirbelförmige Bewegung gerathen: so ist klar, warum die Cörper nicht durch blosses Erwärmen, sondern vielmehr durch das Reiben electrisch werden (§. 430.).

Wenn das Queckſilber in einem Barometer nicht nur von aller Feuchtigkeit und übrigen Unreinigkeit, sondern auch selbst von der Luft durch die Wärme befreyet wird, so leuchtet es nicht nur, wenn man es in der Röhre auf- und niederbeweget, sondern es zieht auch andere leichte Cörper an sich. Verlangt man die Probe davon anzustellen, so erfülle man eine gläserne Röhre, welche über 28 Zoll lang ist, mit einem von Luft und übrigen Unreinigkeiten befreyeten Queckſilber auf eben die

Art,

Art, wie man sonst ein Barometer zu verfertigen pflegt, unten an das Gefässe, worinnen diese Röhre stehet, mache man eine andere Röhre an, daß man durch Aussaugung der Luft das in dem Barometer befindliche Queckſilber zum fallen bringen könne (§.) oder man binde an dieses Barometer eine mit Queckſilber erfüllte Blase an, durch deren Zusammendrückung man ein Steigen, und durch Nachlassen des Drückens ein Fallen des Queckſilbers in dem Barometer zuwege bringen kan. Ferner so hänge man ein Stückgen Pappier an einem Haare oder Faden dergestalt auf, daß es sich sehr nahe an der Gegend befindet, wo ordentlicher Weise das Queckſilber zu stehen pfleget, doch aber die Röhre noch nicht berühret. Wenn man nun entweder durch Saugen, oder indem man an Drücken der Blase nächläßt, das Queckſilſilber im Barometer zu fallen bringt, so wird man wahrnehmen, daß sich das Pappier gegen die gläserne Röhre beweget und fest daran hängen bleibt. So bald aber das Queckſilber wieder in die Höhe steigt, so bald wird sich auch das Pappier wieder von der Röhre entfernen, und vermöge seiner Schwere in seine natürliche Lage zurückegehen. Ich habe diesen Versuch selber gemacht, und man hat also an seiner Gewißheit nicht zu zweifeln. Es fragt sich demnach billig, was die Ursache davon sey. Vielleicht dringt, indem das

Queck-

Queckſilber niederſinckt, eine ſehr ſubtile Materie durch die Zwiſchenräumgen des Glaſes hindurch und ſtößt das Pappier gegen die gläſerne Röhre, die aber ſo bald wieder herausgehet, ſo bald das Queckſilber wieder in die Höhe ſteiget, oder iſt etwan dieſe Begebenheit vielmehr eine Wirckung, welche der Electricität des Glaſes zugeſchrieben werden muß. Denn das Queckſilber als ein ſchwererer Cörper reibt ſich ſtarck an der gläſernen Röhre, und wir wiſſen, daß das Glaß durch Reiben electriſch gemacht und in den Zuſtand geſetzt werden könne, andere leichte Cörper an ſich zuziehen. Warum ſollte es nun auch im gegenwärtigen Falle nicht auf eben die Art zugehen? Es iſt wahr, daß das Pappier zurücke weicht, wenn das Queckſilber in die Höhe ſteigt, aber es iſt auch bekannt, daß das Glaß viel electriſcher werde, wenn es nur nach einer Direction gerieben wird (§.), und daß durch den entgegengeſetzten Stoß die Wirckung des vorhergehenden vernichtet werde. Warum ſollte alſo nicht die gläſerne Röhre ihre Electricität verlieren, wenn das Queckſilber darinnen in die Höhe ſteiget? Das Licht, welches mit der Bewegung des Queckſilbers im Niederfahren, nicht aber im Aufſteigen verbunden iſt, iſt gleichfalls eine Probe von der Electricität der gläſernen Röhren im Niederſteigen nicht aber im Aufſteigen des Queckſilbers. Es entſtehet aber eben dergleichen

chen Licht, wenn man eine gläserne Kugel, die vorher vermittelst der Wärme von der Luft gereiniget worden ist, auf die Helfte mit solchem Queckſilber erfüllet, das man gleichfalls von der Luft und andern Unreinigkeiten durch die Wärme befreyet hat. Denn wenn man dergleichen mit Queckſilber erfüllte Kugel im Finſtern ſchüttelt, ſo wird man ein blauliches Licht wahrnehmen, das beynahe von eben der Art iſt, als dasjenige, welches ſich zeigt, wenn man eine gläserne Kugel durch Reiben electriſch gemacht hat, und die Hand nahe daran hält. Damit ich endlich völlig verſichert werden möchte, ob dieſes eine Wirckung wäre, welche man der Electricität des Glaſes zuſchreiben könne, ſo habe ich das Barometer, mit welchem ich das gedachte Experiment angeſtellt habe, angehauchet, und mit Vergnügen geſehen, daß es ſo gleich ſeine vorige Kraft das Pappier an ſich zuziehen verlohren habe, welche nicht eher wiedergekommen iſt, bis ſich die durch das Anhauchen daran gebrachte Feuchtigkeit verlohren hatte. Da wir nun wiſſen, daß die Wirckung der Electricität durch die Feuchtigkeit verhindert werde, und dieſes gleichfals in dem gegenwärtigen Falle geſchiehet, ſo trage ich kein Bedencken, dieſes von der Bewegung des Queckſilbers verurſachte Anziehen des Pappiers für eine Wirckung der Electricität des Glaſes zu halten. Alle Umſtände ſtimmen ſo genau damit überein,

ein, daß ich nicht zweifeln kan, daß es davon herrühret. Denn so gerne ich auch dem Aether, diesem allgemeinen Nothhelfer der Naturlehre, der vor kurzer Zeit bey uns noch so sehr Mode war, etwas dabey zu thun geben wollte, so würde es doch jetzunder nicht möglich seyn, ihm diese Beschäftigung aufzutragen. Wir wollen uns aber die Freyheit vorbehalten, uns desselben in einem andern Falle zu bedienen, da wir ihn nöthig haben werden. Denn ich habe mir sagen lassen, daß beynahe in allen Wissenschaften ausser der Mathematick gewisse Wörter seyn sollen, die man zwar nicht erklären kan, die aber ungemein nützlich wären, um alles begreiflich zu machen, wovon man nichts verstehet.

Von der sympathetischen Dinte.

§. 432. Wer dieses alles in Erwegung zieht, der wird ohne Bedencken einräumen, daß die electrischen Ausdünstungen nicht so subtil sind, als man anfangs vermeynen solte. Es giebt andere, welche durch dichte Cörper viel freyer, doch aber nicht ohne Verminderung ihrer Kraft hindurchdringen. Ich lasse mir begnügen, hier nur die sympathetische Dinte zum Exempel anzuführen. Die ganze Kunst besteht darin. Man wirft Silberglätte oder Bley in scharffen Weineßig: so löset der Weineßig die Silberglätte auf und wird davon süsse. Die Farbe bleibt im übrigen weiß, wie Wasser. Wenn man nun mit diesem Eßig auf ein Pappier schreibt: so kan

man,

man, nachdem es getrocknet, die Schrift eben so wenig erblicken, als wenn man mit Wasser geschrieben hätte. Verlangt man nun, daß die Schrift sichtbar werden soll: so muß man sich eines gewissen Löschpappiers dazu bedienen, das folgendermassen zubereitet worden. Es wird Auripigment in Kalckwasser gekocht. Nachdem dieses geschehen, so tuncket man ein Löschpappier hinein und läst es hernach wieder trucken werden: so kan man solches lange Zeit zu diesem Zwecke gebrauchen. Wenn man nemlich haben will, daß die verborgene Schrift erscheinet: so legt man das Löschpappier darauf, und es zeigt sich in kurzem die verborgene Schrift mit schwarzen Buchstaben. Daß dieses aus keiner andern Ursach geschehe, als weil sich die subtile Ausdünstungen des Auripigments aus dem Löschpappier mit denen Theilgen der Silberglätte, damit die verborgene Schrift geschrieben worden, vermenget, ist daraus klar, weil dergleichen schwartze Farbe entstehet, wenn man Eßig, darinnen Silberglätte aufgelöset worden, mit der beschriebenen Lauge von Auripigment zusammengießt. Es ist aber eben nicht nöthig, daß das Löschpappier das andere darauf die verborgnen Buchstaben stehen, unmittelbar berühret. Es erfolget eben dieses, wiewohl langsamer, wenn man ein dickes Buch zwischen das Löschpappier und das andere, darauf die verborgene Schrift

ſteht, gelegt hat. Und hieraus erhellet eben, wie ungemein ſubtil dieſe Ausdünſtungen ſeyn müſſen, da ſie durch ſo viel Pappier hindurchdringen. Es wird dieſes noch ferner dadurch beſtätiget, daß dergleichen Löſchpappier eine lange Zeit zu dieſem Zwecke gebraucht werden kan, ohne daß man an ſeiner Kraft einen mercklichen Abgang verſpüren ſolte.

Wie man die Verfälſchung der Weine entdeckt.

§. 433. Man kan die beſchriebene Lauge des Auripigments auch noch in einer andern Abſicht gebrauchen. Denn es pflegt nicht ſelten zu geſchehen, daß man Silberglätte in die Weine wirft, um ihnen die allzugroſſe Schärffe dadurch zu benehmen. Nun iſt dieſes eine Kunſt, deren man ſich mit nicht geringem Schaden der Geſundheit bedienet. Denn der Bleyzucker iſt etwas, das der menſchlichen Natur höchſtſchädlich iſt. Er ziehet die kleinen Gefäßgen zuſammen; und weil dadurch die nöthige Zuführung des Nahrungsſaftes verhindert wird: ſo geht es ganz natürlich zu, wenn auf den Gebrauch ſolcher verfälſchten Weine eine auszehrende Kranckheit und endlich der Tod erfolget. Dieſen Betrug, welchen der Geſchmack nicht errathen kan, zu entdecken, gießt man die Lauge des Auripigments unter den Wein; bekömmt er nun davon eine ſchwarze Farbe: ſo iſt es ein ohnfehlbares Kennzeichen, daß Silberglätte darinnen befindlich ſey. Da aber nur ſaure Sachen das Bley angreifen: ſo geht

man zu weit, wenn man das Wasser aus dieser Ursache nicht durch bleyerne Röhren leiten will, weil man besorget, es möchte von dem Bleye eine schädliche Eigenschaft bekommen.

Das II. Capitel,

Von dem Lichte und den Farben.

§. 434.

Was das Licht ist.

Es sind zwey Wirckungen des Feuers, daß es wärmet, und leuchtet. Beyde geschehen durch die Bewegung, und der Unterscheid liegt bloß in der Direction. Hat das Feuer eine krummlinichte Bewegung: so erwärmet es die Cörper, und man kan es an heissen Cörpern deutlich wahrnehmen, wie unordentlich ihre Theile beweget werden. Bewegen sich aber die Feuertheilgen in geraden Linien: so erleuchten sie und bekommen den Nahmen des Lichts. Man nennet nemlich Licht, alles dasjenige, was die umstehenden Sachen sichtbar macht.

Bewegung des Lichts ist geradelinicht.

§. 435. Daß ohne Licht nichts könne gesehen werden, fließt sogleich aus der Erklärung; daß es aber nach geraden Linien fortgehe, erhellet daraus, weil man nur dasjenige sehen kan, was mit dem Auge in einer geraden Linie lieget. Wäre die Bewegung des

Lichts

Lichts nicht anders beschaffen, als sonst der Druck einer flüßigen Materie zu seyn pfleget: so würde man eine jede Sache sehen, welche hinter einem andern Cörper stünde. Denn könnte das Licht nicht durch gerade Linien, so würde es durch krumme Linien in das Auge kommen. Und endlich, so darf man nur einen Sonnenstrahl in ein finsteres Gemach durch eine in den Fensterladen gemachte kleine Eröffnung hineinfallen lassen: so wird er die kleinen Luftstäubgen erleuchten, und zugleich eine gerade Linie vorstellen.

Die Lichtstrahlen verhindern einander nicht in der Bewegung.

§. 436. Weil ein jeder Punct einer Sache an allen den Orten gesehen wird, wohin man von ihm gerade Linien ziehen kan: so müssen von einem jeden Puncte unzählich viele Lichtstrahlen, auf die Art wie die Radii einer Kugel, ausfliessen, deren jeder den Punct vorstellt, von welchem er ausgeflossen ist (§. 435.). Es müssen sich demnach viele tausend Lichtstrahlen durch einander durch bewegen, ohne daß einer die Bewegung des andern verhindert. Dieses ist an dem Lichte das wunderbarste, zugleich aber auch dasjenige, welches sich die Einbildungskraft am allerwenigsten vorzustellen vermag. Um nun davon desto mehr versichert zu seyn, so steche man mit einer Nadel ein Löchlein in ein Pappier und halte es vor die Augen: so wird man dadurch beynahe den halben Horizont übersehen können. Alle diese Sachen würde man nicht

erblicken, wenn nicht Strahlen von ihnen ins Auge kämen. Nun können sie nicht in das Auge kommen, wo sie nicht durch das kleine Löchlein im Pappiere hindurchgehen. Es ist demnach klar, daß eine unaussprechliche Menge Lichtstrahlen durch ein Löchlein hindurchgehet, welches der Spitze einer Nadel gleich ist. Und weil sie die Sachen, von welchen sie kommen, deutlich vorstellen: so muß keiner die Bewegung des andern verhindern. Solchergestalt wird die unbeschreibliche Subtilität der Feuertheilgen hiedurch aufs neue bestätiget, welche oben aus einem andern Grunde erwiesen worden (§. 257.).

Weite Sachen sehen dunckel aus.

§. 437. Es sieht eine Sache helle aus, wenn viele Lichtstrahlen von ihr in das Auge kommen, und hingegen dunckel, wenn wenig Strahlen in das Auge gebracht werden. Da sich nun das Licht wie die Radii einer Kugel bewegt (§. 436.), und die Radii einer Kugel desto weiter von einander kommen, je mehr sie sich von dem Mittelpuncte entfernen: so muß auch weniger Licht von einer Sache in das Auge gebracht werden, wenn man weit von ihr entfernet, als wenn man ihr nahe ist. Und derowegen sieht eine Sache von weiten dunckler aus, als in der Nähe. Desto mehr aber ist es zu verwundern, daß man die Strahlen des Lichtes so sehr weit empfinden kan. Eine brennende Fackel, welche auf einem Thurm ist, kan auf eine

halbe

halbe Meile in die Runde herum allenthalben gesehen werden. Solchergestalt ist in einer Kugel, welche im Diameter eine Meile hält, kein einziger Punct anzugeben, auf welchen nicht ein Strahl des Lichts fallen solte. Und gleichwohl sind alle diese Strahlen in der kleinen Flamme vereiniget. Ja die Strahlen, welche von den Fixsternen zu uns kommen, müssen nach astronomischer Rechnung einen Weg durchlauffen, welchen eine Canonenkugel, wenn sie auch ihre Bewegung mit gleicher Geschwindigkeit Tag und Nacht fortsetzte, binnen 104166666636 Jahren erst zurücke legen würde.

Das Licht nimmt ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt.

§. 438. Daß das Licht abnehme, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, läßt sich folgendergestalt beweisen: Es sey ABDE ein abgekürtzter Kegel, C aber ein strahlender Punct: so ist klar, daß auf die beyden Flächen AB und DE eine gleiche Menge Lichtstrahlen fallen würden. Derowegen verhält sich die Stärcke des Lichts in AB zu der Stärcke des Lichts in DE, wie die Fläche DE zu der Fläche AB. Nun sind die Flächen DE und AB Circul, und die Circul verhalten sich wie die Quadrate ihrer diametrorum. Derowegen verhält sich die Stärcke des Lichts in AB zu der Stärcke desselben in DE, wie das Quadrat der Linie DE zu dem Quadrate der Linie AB. Weil nun DE: AB = DC: AC. so verhält sich die Stär-

Tab. IV Fig. 79.

cke des Lichts in AB zu der Stärcke desselben in DE, als wie das Quadrat der Linie DC zu dem Quadrate der Linie AC. Es nimmt demnach das Licht in eben der Verhältniß ab, in welcher das Quadrat der Entfernung von dem leuchtenden Cörper zunimmt.

Worinnen die Durchsichtigkeit bestehet.

§. 439. Ein Cörper, von welchem Strahlen ausfliessen, die er von keinem andern bekommen hat, wird ein leuchtender, alle übrige aber werden dunckele Cörper genennet. Ein dunckeler Cörper läßt die Strahlen entweder durchfallen, oder er läßt sie nicht durchfallen. Im erstern Falle ist er durchsichtig, im andern aber undurchsichtig. Denn man kan durch einen durchsichtigen Cörper die Sachen sehen. Da man nun nichts sehen kan, wenn davon nicht Strahlen in das Auge gebracht werden: so ist klar, daß die Strahlen des Lichts durch einen durchsichtigen Cörper hindurchgehen müssen. Und da sich das Licht in geraden Linien bewegt (§. 435.): so müssen die Zwischenräumlein eines durchsichtigen Cörpers in geraden Linien hinter einander liegen. Alle Zweifel, welche man dagegen machen kan, lassen sich dadurch heben, daß unendlich viele Strahlen von einem jeden Puncte eines Cörpers ausfliessen, und daß sich das Licht nicht durch die grossen, sondern durch die kleinsten Zwischenräumlein eines Cörpers bewege, deren Anzahl ebenfals grösser ist, als daß sie sich solte bestimmen lassen. Daher

geht

geht das Licht nicht durch einen Schwamm, oder durch das Holtz hindurch, ohnerachtet die Zwischenräumlein dieser Cörper so groß sind, daß sie auch dem Wasser und der Luft einen freyen Durchgang verstatten. Hingegen bewegt es sich durch die Zwischenräumlein des Glases, welche, ob sie gleich kleiner sind, dennoch in grösserer Menge darinnen angetroffen werden und eine ordentlichere Lage haben. Jedoch ist leicht zu schliessen, daß das Licht durch einen sonst durchsichtigen Cörper nicht mehr so häufig hindurchkommen könne, wenn er sehr dicke ist. Denn es kommen zu viele Theile hinter einander zu stehen, und verhindern den freyen Durchgang desselben. Daher findet man, daß das Glas endlich undurchsichtig wird, wenn man viele gläserne Platten auf einander legt. Und hieraus ist zugleich zu schliessen, daß ein jeder Cörper durchsichtig sey, wenn er sehr dünne ist. Und dieses gilt so gar von dem Golde. Denn ein geschlagen Goldblättgen ist durchsichtig, wenn man es gegen das Licht betrachtet. Da nun die kleinsten Theilgen der Cörper sehr dünne sind: so müssen auch diese kleinen Theilgen durchsichtig seyn. Und weil ein jeder Cörper solche kleine Theilgen auf seiner Oberfläche hat: so ist die Oberfläche aller Cörper aus durchsichtigen Theilen zusammengesetzt. Daher erscheinen die Sachen, wenn man sie mit guten Vergrösse-

rungsgläsern betrachtet, durchsichtig, weil man dadurch die kleinen Theilgen der Cörper erblicket.

Kein Cörper ist vollkommen durchsichtig.

§. 440. Wenn ein Strahl des Lichts auf ein fest Theilgen eines Cörpers fällt: so wiederstehet dieses seiner Bewegung. Es muß demnach der Lichtstrahl dergestalt reflectirt werden, daß der Einfalls- und Reflexionswinckel einander gleich sind (§. 79.). Und dieses ist eben die Ursache, warum man einen Cörper sehen kan, weil die von seiner Oberfläche reflectirten Strahlen in unser Auge gebracht werden. Da nun kein durchsichtiger Cörper ist, der nicht aus festen Theilgen bestehen solte: so kan auch kein durchsichtiger Cörper alle Strahlen hindurchfallen lassen, sondern er muß diejenigen, welche auf seine festen Theilgen fallen, reflectiren. Ein Cörper, welcher alle Strahlen des Lichts durchfallen liesse, würde vollkommen durchsichtig seyn. Es erhellet demnach hieraus, daß kein durchsichtiger Cörper vollkommen durchsichtig sey. Die Erfahrung stimmt damit überein. Denn wenn man einen Sonnenstrahl in einem verfinsterten Gemach auf ein Glas Wasser fallen läßt: so wird man bemercken, daß ein Theil dieses Sonnenstrahls durch das Wasser hindurchgehe, der andere aber von der Oberfläche des Wassers gegen die Decke dergestalt reflectirt werde, daß der Einfalls- und Reflexionswinckel einander beyderseits gleich

gleich sind. Der erstere muß demnach auf die Zwischenräumlein, der andere aber auf die festen Theilgen des Wassers gefallen seyn. Eben dieses geschiehet auch mit dem Glase und einem jeden durchsichtigen Cörper. Wäre ein Cörper vollkommen durchsichtig, und reflectirte also gar keine Lichtstrahlen: so würde man ihn auch gar nicht sehen können. Denn man sieht einen Cörper nur alsdenn, wenn er Strahlen in das Auge reflectirt (§. 435.). Und man hat es dem Empedocli schon lange nicht mehr glauben wollen, daß die Lichtstrahlen aus den Augen der Thiere, wie die Schneckenhörner, herausführen und an die Cörper anstiessen. Wenn dieses statt hätte: so würde man eben so gut des Nachts als bey Tage sehen.

Von der Inflexion des Lichts.

§. 441. Die Lichtstrahlen sind aus Feuertheilgen zusammengesetzt (§. 434.). Nun ist das Feuer von leichterer Art, als alle übrige Cörper (§. 244.): derowegen müssen auch alle Cörper von schwererer Art seyn als das Licht. Wenn nun die Cörper eine flüßige Materie von leichterer Art starck an sich ziehen (§. 200.): so wird man ganz natürlich auf den Schluß geleitet, daß alle Cörper, die wir kennen, das Licht starck an sich ziehen müssen. Da wir nun gesehen haben, daß die anziehende Kraft vermögend sey, die Direction einer flüßigen Materie zu verändern (§. 230.): so darf es uns nicht befremden, wenn eben

dieses auch bey dem Lichte statt hat, und wenn ein Lichtstrahl eine andere Direction bekömmt, indem er vor einem Cörper vorbeystreicht. Man kan dieses observiren, wenn man einen Sonnenstrahl in ein finsteres Gemach hineinfallen läßt, und die Schärffe eines Messers oder eines gläsernen Prismatis daran hält. Denn man wird finden, daß der Strahl AB nicht nach der Direction BC fortgehe; sondern vielmehr in BD heruntergebogen werde. Er wird nemlich von zweyen Kräften, BC und BE getrieben, und muß sich also in der Diagonallinie BD bewegen. Die eine Kraft BC hat er schon vorher, die andere BE aber bekömmt er durch die anziehende Kraft des Cörpers, welchen er berührt. Diese Veränderung der Direction eines Strahls, welcher an der Fläche eines Cörpers vorbeystreichet, nennt man die Inflexion. Sie ist von dem Jesuiten Franciscus Maria Grimaldus zuerst wahrgenommen und von dem grossen Newton mit vielen Experimenten bestätiget worden. Es wird nicht undienlich seyn einige davon anzuführen.

Tab. VI Fig. 80.

Inflexion durch Experimente bestätigt.

§. 442. Wenn man zwey Messer mit ihren Schneiden dergestalt gegen einander setzt, daß sie kaum $\frac{1}{470}$ eines Zolles von einander entfernet sind, und einen Sonnenstrahl zwischen ihnen durchgehen läßt: so wird sich der Sonnenstrahl, weil er sich an beyden Messern inflectirt, in zwey Strahlen zertheilen, und

und also in der Mitten einen dichten Schatten lassen. Man bemerckt hiebey, daß diese beyden Strahlen immer breiter werden, je weiter sie fortgehen. Es müssen demnach auch diejenigen Theilgen des Strahls inflectirt werden, welche das Messer nicht unmittelbar berühren. Denn sonst liesse sich nicht begreiffen, warum ein Theil des Strahls stärcker inflectirt werden solte als der andere, welches doch nöthig ist, wenn der Strahl breiter werden soll. Hieraus läßt sich nun ferner urtheilen, warum der Schatten eines Haares so breit ist, wenn man ihn mit einem Pappiere in einer gewissen Entfernung auffänget, da das Haar durch einen Sonnenstrahl erleuchtet wird. Denn weil sich die Strahlen um das Haar inflectiren (§. 441.): so müssen sie sich hinter demselben durchschneiden. Und da sich solchergestalt der Sonnenstrahl in zwey andere zertheilet, welche immer weiter aus einander fahren: so muß nicht nur ein Schatten hinter dem Haare seyn, sondern es muß auch dieser Schatten desto breiter werden, je weiter man ihn hinter dem Haare auffänget. Und damit man nicht darauf verfalle, daß die Inflexion der Luft zuzuschreiben sey, welche wegen der anziehenden Kraft der Cörper an ihrer Oberfläche etwas dichter wäre, als sie ihr selbst gelassen seyn würde (§. 200. 284.): so hat schon Newton diesen Einwurf durch folgenden Versuch

ge-

gehoben. Er befestigte ein Haar zwischen zwey gläserne glattpolirte Platten, und erfüllete den Raum zwischen diesen gläsernen Platten mit Wasser. Solchergestalt fand er, daß der Schatten dieses Haares auf eben die Art breiter wurde, als wenn er es in der Luft gehalten hätte. Wer wolte aber behaupten, daß das Wasser, welches das Haar umgiebet, dichter sey als das übrige, da es sich nicht zusammendrücken läßt (§. 362.).

Von der Refraction des Lichts. Erstes Refractionsgesetze.

§. 443. Wie nun aus diesem allen erhellet, daß die Cörper die Lichtstrahlen mercklich an sich ziehen, so leitet es uns zugleich zu der Betrachtung der **Refraction** des Lichts, welche auf eben diesem Grunde beruhet. Es sey ABCD ein durchsichtiger Cörper, welcher dichter ist als die Luft. Wenn nun ein Strahl des Lichts EI auf denselben schief auffället: so ist die Bewegung des Lichts aus den beyden Kräften HB und HG zusammengesetzt (§. 45.). Weil aber die anziehende Kraft des Cörpers ABCD in den Strahl EI nach der Perpendicularlinie würcket: so wird durch diese Wirckung die Kraft des Strahls HB vermehrt, und man muß sie daher durch die Linie IL, welche grösser ist als die Linie HB ausdrücken. Die Kraft GH aber bleibt unverändert, und ist demnach FI = GH. Solchergestalt muß sich der Strahl wegen der beyden Kräfte FI und IL in der Diagonallinie IK bewegen. Er ändert demnach seine

Tab. VI Fig. 81.

vo-

vorige Direction. Und dieſe Veränderung der Direction des Lichts, welche in einem durchſichtigen Cörper geſchiehet, wird die Refraction des Lichts genennt. Da nun der Strahl EI, wenn er aus einer dünnen Materje in eine dichtere ACBD hineinfähret, durch die Refraction näher zu dem auf den Berührungspunct I gezogenen Perpendicul GL gebracht wird: ſo iſt hiedurch das erſte Geſetz der Refraction des Lichts erwieſen, welches dieſes iſt: Ein Strahl des Lichts wird allemahl, wenn er in eine dichtere durchſichtige Materie hineinfähret, dergeſtalt gebrochen, daß er zu der auf dem Berührungspunct des durchſichtigen Cörpers gezogenen Perpendicularlinie näher hingebracht wird.

§. 444. Was ſollte nun wohl erfolgen, wenn der Strahl aus einer dichtern Materie wieder in eine dünnere herüberginge? Soll er die Direction IK behalten, oder ſoll er ſie aufs neue verändern? Es wird nicht ſchwer fallen ſolches auszumachen. Denn man begreift leicht, daß der Strahl, indem er aus dem dichtern Cörper herausfähret, durch die anziehende Kraft deſſelben eben ſo ſtarck in die Höhe als vorher niederwärts getrieben werde. Da nun ſolchergeſtalt die perpendiculare Kraft IL um eben ſo viel kleiner gemacht wird als ſie vorher vermehrt worden war: ſo wird zwar der Strahl, indem er aus den dichtern Cörpern herausfährt, noch von zweyen Kräften

Das andere Refractionsgeſetze. Tab. VI Fig. 81.

ten KM und KC getrieben; allein die Kraft KM ist nicht grösser als die Kraft HB. Und da die Kraft CK = GH unverändert geblieben: so muß sich der Strahl in der Diagonallinie KN bewegen (§. 45.). Da er nun auf diese Weise von der Perpendicularlinie FM weiter hinwegkömmt, als er vorher in der dichtern Materie von ihr entfernet war: so erkennen wir zugleich die Richtigkeit dieses andern Refractionsgesetzes: Wenn ein Lichtstrahl aus einer dichteren Materie in eine dünnere hineinfährt, so wird er von dem Perpendicul hinweggebrochen.

Experiment von der Refraction.

§. 445. Man kan dieses alles durch die Erfahrung vollkommen bestätigen. Denn wenn man ein Glas, das die Figur ABCD hat, mit Wasser erfüllet und einen Sonnenstrahl EI in einem verfinsterten Gemach hineinfallen läßt: so wird der Strahl eben auf die Art, wie wir es vorher durch Schlüsse herausgebracht, indem er in das Wasser hineinfähret, aus I in K, und wenn er wieder aus dem Wasser in die Luft kommt, aus K in N, gebrochen werden. Oder man lasse den Sonnenstrahl auf einen gläsernen Kegel HIK fallen, an dessen statt man sich auch eines Weinglases, welches mit Wasser erfüllt ist, bedienen kan: so wird der Sonnenstrahl AB im Eingange aus B in C, und also gegen den Perpendicul FI, im Ausgange aber aus C in

Tab. VI Fig. 81.

Fig. 82.

in E, und also von dem Perpendicul DC hinweggebrochen werden (§. 443. 444.).

§. 446. Wenn ein Strahl auf einen durchsichtigen dichteren Cörper perpendicular auffällt: so würckt die anziehende Kraft dieses Cörpers nach eben der Direction, nach welcher sich der Strahl beweget. Da nun solchergestalt kein Grund vorhanden ist, warum der Strahl seine Direction verändern solte: so verändert er dieselbe nicht; wenn er aber seine Direction nicht verändert: so wird er nicht gebrochen. Derowegen geht der perpendiculare Strahl ungebrochen durch einen dichteren Cörper hindurch; und es erhellet auf eine gleiche Weise, daß der perpendiculare Strahl nicht gebrochen werden könne, wenn er aus einer dichteren Materie in eine dünnere hineingehet.

Der perpendiculare Strahl wird nicht gebrochen.

§. 447. Wenn ein Strahl des Lichts EI aus einer dünneren Materie in eine dichtere hineinfährt: so wird durch die anziehende Kraft die perpendicular würckende Kraft des Strahl IL grösser gemacht (§. 443.). Wenn aber IL grösser ist als HB; so muß auch die Diagonallinie IK grösser seyn als die Diagonallinie HI. Nun ist die Kraft eines Cörpers desto grösser, je grösser die Diagonallinie ist, welche dieselbe ausdrücket (§. 46.). Derowegen muß sich ein Lichtstrahl in einer dichteren Materie mit einer grösseren Gewalt bewegen, als in einer dünneren. Und weil die Ge-

Das Licht hat in einem dichtern Cörper eine grössere Geschwindigkeit als in einem dünnern. Fig. 81.

Gewalt eines Cörpers; wenn er einerley Masse behält, nicht vermehrt wird, wenn nicht seine Geschwindigkeit grösser gemacht wird (§. 65.): so muß auch die Geschwindigkeit des Lichts in einer dichteren Materie grösser seyn, als in einer dünneren.

Das Licht wird desto stärcker gebrochen, je dichter der Cörper ist.

§. 448. Je grösser die anziehende Kraft eines Cörpers ist, desto stärcker wird ein Lichtstrahl gebrochen (§. 443.). Nun ist die anziehende Kraft eines Cörpers desto stärcker, je grösser die Anzahl der Berührungspuncte ist (§. 189.), und die Anzahl der Berührungspuncte ist desto grösser, je grösser die Dichtigkeit des Cörpers ist (§. 197.). Derowegen wird ein Lichtstrahl desto stärcker gebrochen je dichter diejenige Materie ist, in welche er hineinfährt. Die Erfahrung stimmet abermahls damit überein, indem sie lehret, daß das Licht im Wasser stärcker als in der Luft, im Glase stärcker als im Wasser, und im Demante stärcker als im Glase gebrochen werde.

Anmerckung.

§. 449. Wie man die Gesetze der Refraction aus dem Widerstande des dichteren Cörpers herleiten wolle, daran ist gar nicht zu gedencken. Würde nicht ein dichterer Cörper der Bewegung des Lichtstrahls stärcker widerstehen, als ein dünnerer? Wenn aber dieses wäre: so müßte das Licht in den dichteren Cörper von dem Perpendicul hinweggebrochen werden; eben so wie ein Stein, welcher aus der Luft in das Wasser hineinfäh-

fähret (§. 82.): welches gleichwohl der Erfahrung widerspricht (§. 445.).

§. 450. Man lege in ein undurchsichtiges Gefässe ABCD ein Stück Geld E, und setze das Auge F in eine solche Lage, daß der Rand des Gefässes BD verhindert, daß man das Geld E, welches auf dem Boden liegt, nicht sehen kan. Weil nun von dem Puncte E gegen alle andere Puncte Strahlen ausfliessen (§. 436.): so geht auch ein Strahl des Lichts aus E in H; weil aber dieser nicht in das Auge F gebracht wird: so kan er auch nicht machen, daß man das Geld E auf dem Boden des Gefässes erblicken solte. Wenn aber das Gefäß ABCD voll Wasser gegossen wird: so fährt der Strahl EH aus dem Wasser in die Luft. Da er nun solchergestalt aus einer dichteren Materie in eine dünnere herübergeht: so muß er von der Perpendicularlinie GH hinweggebrochen werden, und sich aus H in F bewegen (§. 444.) Er kömmt demnach in das Auge des Zuschauers, und weil man diejenige Sache siehet, von welcher Strahlen in das Auge fallen können: so muß man auch das Geld E zu sehen bekommen, so bald das Gefäß ABCD, darinnen es lieget, voll Wasser gegossen wird. Weil aber ferner der Strahl HF auf eben die Art in das Auge fällt, als wenn er aus dem Puncte I gekommen wäre: so erblickt man das Geld E nicht in seinem wahren Orte,

Wie die Refraction ein Object erhöhet. Tab. VI Fig. 82.

te, sondern in dem Puncte I. Und daher bekömmt es das Ansehen, als wenn sich der Boden des Gefässes CD mit dem Gelde in die Höhe gehoben hätte, nachdem das Wasser hineingegossen worden ist. Wäre das Auge unter dem Wasser in E, das Geld aber in F gewesen: so würde der Strahl FH bey dem Eingange in das Wasser gegen den Perpendicul und also aus H in E gebrochen worden seyn, und man würde das Object in dem Puncte K erblickt haben. Es ist demnach offenbar, daß man eine Sache höher sehe als sie ist, es mögen die Strahlen, welche von ihr ausfliessen, aus einer dünneren Materie in eine dichtere, oder aus einer dichteren in eine dünnere hineinfahren.

Licht wird in der Luft gebrochen.

§. 451. Wenn man schliessen kan, daß die Strahlen gebrochen worden sind, indem man eine Sache höher sieht als sie ist: so kan man den Versuch beurtheilen, welchen man bey der Societät in Londen angestellt hat, um die Refraction des Lichts in der Luft zu erweisen. Denn sie haben gefunden, daß durch ein 10 schuhiges Fernglas eine Sache in der Weite von 2588 Schuhen immer höher gesehen worden, nachdem man nach und nach mehr Luft hineingelassen, oder auch die Luft darinnen noch stärcker zusammengedruckt.

Von dem Sehungswinckel.

§. 452. Es kömmt uns eine Sache gross vor, wenn sich ein grosses Bild davon im Auge abmahlet. Es mahlt sich aber ein grosses

ses Bild im Auge ab, wenn wir das Object unter einen grossen Winckel sehen (P. II. Phys.). Derowegen scheinet eine Sache groß, wenn der Sehungswinckel groß, und klein, wenn der Sehungswinckel klein ist. Es sey z. E. das Auge in E: so sieht es die Linie CD unter dem Winckel CED, die Linie AB aber unter dem Winckel AEB. Weil nun die Linie CD grösser ist, als AB; weil ferner der Winckel CED, welchen die beyden äussersten Strahlen CE und DE in dem Auge machen, grösser ist als der Winckel AEB, so sieht man eine grosse Linie unter einem grössern Winckel, als eine kleine; und daher sieht eine jede Sache klein aus, wenn der Winckel, unter welchem man sie siehet, klein ist. Der Sehungswinckel wird desto kleiner, je weiter eine Sache von dem Auge entfernet ist und je schiefer man dieselbe ansiehet. Derowegen muß eine entfernte Sache und eine nahe, die man aber von der Seite ansiehet, kleiner erscheinen als sie wirklich ist. Daher kömmt es, daß eine Allee spitz zuzulauffen scheint, ohnerachtet die Bäume immer einerley Entfernung von einander behalten. Denn man siehet die Entfernung der beyden nächsten Bäume A und B von einander unter dem Winckel AGB; da man nun die Entfernung der beyden Bäume C und D unter dem Winckel CGD, und die Entfernung der Bäume E und F unter dem Winckel EGF siehet: so

Tab. VI Fig. 83.

Fig. 84.

so erblicket man die Entfernung zweyer Bäume von einander immer unter einem desto kleinern Winckel, je weiter sie weg sind. Sie scheinen demnach immer näher an einander zu stehen, und es muß also das Ansehen bekommen als wenn die Allee spitz zulieffe.

Wie die Refration die Figur eines Cörpers ändert.

§. 453. Wenn man einen Circul von Papiere innerhalb einem Glase befestiget, und das Glas voll Wasser giesset: so wird der Circul nicht anders als eine elliptische Fläche aussehn, und also schmäler geworden zu seyn scheinen. Man soll sagen, wie dieses zugehe. Fig. 85. Es sey ABCD das Gefässe, EF der Verticaldiameter des Circuls, in G aber das Auge des Zuschauers; so siehet man, wenn das Gefässe leer ist, diese Linie EF unter dem Winckel EGF; wirds aber voll Wasser gegossen: so können die Strahlen EG und FG nicht mehr in das Auge kommen, sondern sie werden, indem sie aus dem Wasser herausfahren, in L und K von dem Perpendicul gebrochen (§. 444.), und kommen also in den Punct H; die Strahlen EN und FN aber, welche vorher vor dem Auge vorbeyfuhren, werden jetzo, da sie aus dem Wasser in die Luft herübergehen, in I und L gleichfals von dem Perpendicul hinweggebrochen, und kommen also in das Auge G. Man sieht demnach die Linie EF unter dem Winckel IGL oder MGE. Da nun der Winckel MGE kleiner ist, als der Winckel EGF: so muß die

Linie

Linie GF kleiner erscheinen, wenn das Gefäß ABCD voll Wasser gegossen wird (§. 452.). Wenn aber der Verticaldiameter EF kleiner erscheinet als wie er ist, da der Horizontaldiameter desselben Circkels unverändert bleibt: so muß sich der Circul als eine Ellipse vorstellen, wenn das Gefäß ABCD voll Wasser gegossen wird (§. 113.).

§. 454. Der Winckel, welchen die Perpendicularlinie AB mit dem einfallenden Strahle CB machet, heist der Inclinationswinckel. Der Winckel x aber, den der gebrochene Strahl BD mit eben dieser Perpendicularlinie BE machet, wird der Refractionswinckel genennt. Da man nun den Strahl BD in Ansehung des Punctes D als den einfallenden, den Strahl DH aber als den gebrochenen betrachten kan: so ist in dieser Absicht der Winckel y der Inclinations- und z der Refractionswinckel. Newton hat erwiesen, daß sich der Sinus des Inclinationswinckels o, wenn der Strahl CB aus der Luft in das Glas fähret, zum Sinus des Refractionswinckels x verhalte, wie 17 zu 11. Fährt aber der Strahl BD aus dem Glase in die Luft: so verhält sich der Sinus des Inclinationswinckels y zum Sinus des Refractionswinckels z, wie 11 zu 17. Bey dem Wasser hingegen verhält sich der Sinus des Inclinationswinckels o zum Sinus des Refractionswinckels x, wie 4 zu 3, und folglich

Von dem Inclinations- und Refractionswinckel. Fig. 86.

der Sinus des Inclinationswinckels y zum Sinus des Refractionswinckels z, wie 3 zu 4.

Warum platte Gläser die Sachen vorstellen wie sie sind.

§. 455. Aus diesen Gründen läßt sich die Art der Refraction des Lichts in durchsichtigen Cörpern bestimmen, und die Erfahrung bestätiget beständig die Richtigkeit solcher Schlüsse. Man wird z. E. daraus urtheilen können, daß die platten Gläser die Sachen so vorstellen müssen, wie sie würcklich sind. Denn ohnerachtet die schief auffallende Lichtstrahlen so wohl im Eingange als im Ausgange gebrochen werden: so hebt doch die andere Refraction, welche in dem Puncte D geschiehet, die erstere, welche in B geschehen ist, wieder auf, und es ist demnach eben so viel als wäre der Strahl nicht gebrochen worden. Da nun solchergestalt die Strahlen, welche vor der Refraction parallel waren, auch nach geschehener Refraction parallel bleiben: so ist klar, daß die Sachen durch ein plattes Glas eben so erscheinen müssen, als wie sie würcklich beschaffen sind.

Von den geschliffenen Gläsern.

§. 456. Die Eigenschaften der geschliffenen Gläser lassen sich insgesamt aus der Refraction des Lichts, welche in denselben nach Beschaffenheit ihrer Figur verschieden ist, herleiten. Die geschliffenen Gläser sind entweder erhaben oder hohl. Es sind aber so viel erhabene und hohle Gläser möglich, als krummlinichte Flächen möglich sind. Nun ist di

An-

Anzahl der krummlinichten Flächen unendlich groß. Es muß also eine unendliche Anzahl erhabener und hohler Gläser geben. Nur sind keine so sehr im Gebrauch als die sphärischen und daher versteht man durch ein auf einer Seite erhabenes Glas AB ein solches, welches einen Abschnitt von einer Kugel vorstellet. Hat es aber eine solche Figur, als wenn es aus zwey Abschnitten einer Kugel AFIB und AEKB zusammengesetzt wäre: so pflegt man es ein auf beyden Seiten erhabenes Glas zu nennen. Weil Gläser von verschiedener Grösse, welche aber auf einerley Kugel gehören, einerley Eigenschaften haben: so sieht man nicht so wohl auf die Grösse des Glases, als vielmehr auf die Grösse der Kugel, davon das Glas ein Abschnitt ist. Man nennet daher ein Glas achtschuhigt, wenn der Diameter der Kugel, darauf es gehöret, 8 Schuhe hält, ohnerachtet das Glas selbst kaum einige Zolle breit ist. Fig. 87. 88.

§. 457. Es seyen die Strahlen GE, LM, und HI untereinander parallel. Man soll sagen, wie sie werden gebrochen werden, wenn sie auf ein doppelt erhabenes Glas AB auffallen. Der Strahl LM fällt so wohl auf den Punct M als N perpendicular auf, und geht demnach ungebrochen hindurch (§. 446.). Der Strahl GF hingegen fällt schief auf das Glas, indem er in dem Berührungspuncte F auf der einen Seite einen spitzen, auf der an- Refraction der Parallelstrahlen. Fig. 88.

dern aber einen ſtumpfen Winckel mit dem Glaſe AFMIB macht. Er wird demnach im Eingange gegen den Perpendicul gebrochen (§. 443.). Und man wird alſo auf den Punct F eine Perpendicularlinie ziehen müſſen. Nun iſt der Punct F ein Punct von der Kugelfläche ABRA; und auf der Oberfläche der Kugel ſteht keine Linie perpendicular, als der Radius. Derowegen iſt die Linie CO, welche aus dem Mittelpuncte C gegen den Punct F gezogen iſt, diejenige Linie, welche auf E perpendicular ſtehet. Wenn man nun den Strahl GF aus F in E dergeſtalt fortzieht, daß er bey nahe um $\frac{1}{3}$ des Inclinationswinckels GFO näher zu dem Perpendicul CO gebracht wird: ſo hat man die Refraction des Strahles GF, welcher aus der Luft in das Glas hineinfährt, beſtimmet. Weil aber der Strahl GFE auf den Punct E wieder ſchief auffällt: ſo muß er aufs neue gebrochen werden, wenn er aus dem Glaſe in die Luft herausfähret. Die Refraction muß von dem Perpendicul hinweggeſchehen, indem der Strahl aus einer dichtern Materie in eine dünnere herüber gehet (§. 444.). Da nun der Punct E in die Kugelfläche ABHG fällt: ſo muß man den Perpendicul aus dem Mittelpuncte D der Kugel ABHG gegen den Punct E ziehen. Wird alsdenn der Strahl EC ſo weit von dem Perpendicul DP hinweggebracht, daß er um die Helfte des Inclina-

clinationswinckels FED davon entfernet ist: so ist auch seine Refraction im Ausgange bestimmet (§. 454.). Da sich nun eben dieses von dem Strahle HI darthun läßt: so muß auch dieser durch die Refraction in den Punct C gebracht werden. Der Punct C ist um den halben Diameter der Kugel, davon das Glas AB ein Theil ist, von dem Glase AMB entfernet. Derowegen muß ein auf beyden Seiten erhabenes Glas die parallel einfallende Strahlen hinter ihm in einem Punct vereinigen, welcher um den halben Diameter der Section des Glases entfernet ist.

Von den Brenngläsern.

§. 458. Der Punct, in welchem die parallel einfallenden Strahlen mit einander vereiniget werden, wird der Brennpunct des Glases genennt. Da nun die Sonnenstrahlen wegen der ungemein grossen Entfernung der Sonne nicht anders als Parallelstrahlen anzusehen sind: so müssen auch diese hinter dem Glase in einem Punct vereinigt werden. Da nun solchergestalt alle Sonnenstrahlen, welche auf die Fläche des Glases gefallen sind in dem Brennpuncte mit einander vereinigt werden: so müssen sie daselbst eine grosse Hitze erregen. Und daher sieht man, warum die erhaben geschliffene Gläser Brenngläser abgeben. Es ist im übrigen leicht zu schliessen, daß ein Glas desto stärcker brennen müsse, je grösser es ist. Denn desto mehrere Sonnenstrahlen werden in dem Brennpuncte mit ein-

ander vereinigt. Niemand hat grössere Brenngläser verfertigt als der Herr von Tschirnhausen. Er hat durch diese Brenngläser das allerhärteste Holtz, wenn es gleich mit Wasser angefeuchtet worden, in einem Augenblicke angezündet und es selbst unter dem Wasser zu Kohlen gebrannt, alle Metalle in kurzer Zeit geschmolzen, und dergleichen gewaltsame Würckungen mehr verrichtet. Ueberhaupt aber merckt er an, daß durch die Hitze der Sonnenstrahlen alles entweder geschmoltzen, oder in Glas oder einen Kalck verwandelt werde, oder sich verzehre und in die Luft gehe.

Stärcke des Lichts durch das Brennglas.

§. 459. Auf eben die Art, wie vorher erwiesen worden, daß das Licht, wenn die Strahlen aus einander fahren, dergestalt abnehme, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, läßt sich auch erweisen, daß das Licht mit dem Quadrate der Entfernung zunehmen müsse, wenn sich die Strahlen einander nähern. Da nun durch das Brennglas die Sonnenstrahlen näher zusammengebracht werden: so muß die Stärcke des Sonnenlichts hinter dem Glase dem Quadrate der Entfernung von dem Brennpuncte umgekehrt proportional seyn. Dieses gilt auch hinter dem Brennpuncte, denn da durchschneiden sich die Strahlen und fahren also wieder aus einander, und sodann wird das Licht und die Wärme immer schwächer, und nimmt gleichfals so ab, wie das Quadrat der

Ent-

Entfernung von dem Brennpuncte zunimmt (§. 438.).

§. 460. Gleichwie die parallel einfallenden Strahlen in einem auf beyden Seiten erhabenen Glase dergestalt gebrochen werden, daß sie sich in der Weite des halben Diameters der Section des Glases mit einander vereinigen: also müssen hinwiederum die aus einem Punct in der Weite des halben Diameters des Glases ausfliessende Strahlen dergestalt gebrochen werden, daß sie einander nach geschehener Refraction parallel sind. Denn die beyden Strahlen CK und CE, welche aus dem Puncte C ausfliessen, werden im Eingange in das Glas gegen den Perpendicul DE und DK, im Ausgange aber von dem Perpendicul CF und CI hinweggebrochen, und zwar dergestalt, daß IF mit HI parallel ist (§. 457.). Fig. 88.

Wenn die Strahlen durch Refraction parallel werden.

§. 461. Wäre der Winckel ECK grösser gewesen: so wären die beyden Strahlen GF und HI durch die Refraction nicht parallel geworden. Wenn man nun den Punct C näher zu dem Glase setzt, als um den halben Diameter der Section des Glases: so wird der Winckel ECK grösser. Derowegen macht ein solches Glas diejenigen Strahlen, welche aus einem Puncte ausfliessen, dessen Entfernung von dem Glase geringer ist als der halbe Diameter des Glases, nicht paral-

Wenn dieses nicht geschiehet.

lel, ohnerachtet die Refraction das Auseinanderfahren der Strahlen vermindert.

Welche Strahlen ein erhabenes Glas vereinigt.

§. 462. Wäre der Punct C weiter von dem Glase entfernt: so wäre der Winckel ECK spitziger gewesen. Wäre der Winckel ECK spitziger gewesen; so wären die Strahlen GF und HI näher zusammengekommen, und hätten also, wenn man sie verlängert hätte, endlich in einem Punct zusammengestossen. Und dieses hätte desto eher erfolgen müssen, je spitziger der Winckel ECK gewesen. Derowegen ist klar, daß die Strahlen, welche aus einem Puncte ausfliessen, der da weiter als der halbe Diameter der Section des Glases entfernet ist, durch die Refraction in einem Punct wieder vereiniget werden, und zwar desto näher hinter dem Glase, je weiter der strahlende Punct von demselben entfernet ist.

Von der Camera obscura.

§. 463. Weil alle Strahlen, welche aus einem Puncte einer Sache ausgeflossen sind, hinter dem erhabenen Glase wieder in einem Punct vereiniget werden, und also daselbst eben so anzusehen sind, als wenn sie von der Sache selbst unmittelbar herkämen: so muß sich dergleichen Sache hinter dem Glase abbilden; weil aber die Vereinigung der Strahlen erst hinter dem Brennpuncte des Glases geschieht, und die Strahlen, welche von einem Object herkommen, unter einander parallel sind: so müssen sie einander im Brenn-

puncte

puncte durchschneiden. Solchergestalt muß sich eine jede Sache hinter einem geschliffenen Glase verkehrt vorstellen, und dieses Bild muß desto näher hinter dem Glase seyn, je weiter die Sache davon entfernet ist. Die Camera obscura zeigt dieses deutlich. Denn wenn man ein erhaben geschliffenes Glas in dem Fensterladen befestigt, die Stube verfinstert und in einer gewissen Entfernung hinter dem Glase ein weisses Tuch aufhängt: so bilden sich die Sachen auf demselben nebst ihren Farben und Bewegungen auf das deutlichste, doch aber verkehrt ab. Ja es ist nicht einmahl nöthig, daß man ein geschliffenes Glas in den Fensterladen setzt, wenn nur die Eröffnung klein genug ist, damit der Zufluß des von der Seite hineinfallenden fremden Lichts verhindert werde. Denn weil die Strahlen AC und BC einander, indem sie durch die Eröffnung C hindurchgehen, durchschneiden: so stellt sich das Object AB auf der Wand ab ebenfalls verkehrt vor. Fig. 89.

§. 464. Alles, was hier von den auf beyden Seiten erhabenen Gläsern gesagt worden, gilt auch von denen, welche nur auf einer Seite erhaben sind. Ja, es läßt sich selbst bey gläsernen Kugeln wieder anbringen. Sie haben einerley Eigenschaften. Nur dieser Unterschied ist dazwischen, daß man bey solchen, die nur auf einer Seite erhaben, auf der andern aber platt sind, an statt des halben Anmerckung von den übrigen Gläsern.

Dia-

Diameters den gantzen; bey gläsernen Kugeln aber nur den vierten Theil des Diame-
Tab.VI ters setzen muß. Denn es sey AB ein sol-
Fig. 87. ches auf einer Seite erhabenes Glas: so geht der Strahl CD ungebrochen hindurch (§. 446.). FG wird, weil er perpendicular einfällt, ebenfalls nicht im Eingange, sondern nur im Ausgange von dem Perpendicul CE hinweggebrochen (§. 444.). Da nun also hier nur eine einfache Refraction geschiehet: so ist klar, daß der Brennpunct noch einmahl so weit, als in einem doppelt erhabenen Glase entfernet seyn müsse. In den gläsernen Kugeln hingegen wird das Licht am stärckesten gebrochen; und dieses ist eben die Ursache, warum sie ihren Brennpunct so nahe haben.

Von den Vergröss-erungs-gläsern.

§. 465. Die erhabenen Gläser und gläsernen Kugeln haben ferner die Eigenschaft, daß sie eine Sache, welche man dadurch betrachtet, vergrössern. Die Möglichkeit hievon
Fig. 90. läßt sich aus dem, was von der Refraction des Lichts in solchen Gläsern erwiesen worden, völlig begreiffen. Die Strahlen CE und DG, welche von dem Object CD herkommen, werden in dem erhabenen Glase AB so wohl im Eingang in E und G, als im Ausgange in F und H gebrochen (§. 457.). Kommen sie nun in das Auge I: so erblickt man den Punct C nach der Direction IFK, den Punct D aber nach der Direction IHL.

Und

Und solchergestalt sieht man das Object CD unter dem Winckel KIL. Hätte man es mit blossen Augen betrachtet: so hätte man es unter dem Winckel CID gesehen. Wenn nun aber der Winckel KIL grösser ist, als der Winckel CID: so erblickt man das Object CD durch das Glas AB unter einem grössern Winckel, als man dasselbe Object mit blossen Augen würde gesehen haben. Ist es nun ferner gewiß, daß eine Sache desto grösser erscheinet, je grösser der Winckel ist, unter welchem man sie siehet (§. 452.): so wird man auch einräumen müssen, daß erhabene Gläser die Sachen vergrössern. So würde z. E. in dem gegenwärtigen Falle die Linie CD durch das erhabene Glas AB eben so groß, als die Linie KL mit blossen Augen erscheinen. Und so werden die erhabenen Gläser mit Recht Vergrösserungsgläser genennt.

Welche Gläser am meisten vergrössern. Fig. 90.

§. 466. Ein Glas vergrössert desto mehr, je grösser sich ein Object dadurch vorstellet. Nun stellet sich eine Sache desto grösser vor, je grösser der Winckel ist, unter welchem man sie siehet (§. 452.). Der Winckel FIH, unter welchem man die Sache siehet, ist desto grösser, je näher der Punct I hinter dem Glase AB ist. Derowegen vergrössert ein Glas desto stärcker, je näher der Brennpunct hinter dem Glase ist (§. 458.). Wenn nun ein auf beyden Seiten erhabenes Glas seinen

Brenn-

Brennpunct näher hat als ein solches, das nur auf einer Seite erhaben ist (§. 457.); wenn ferner bey einer Kugel der Brennpunct nicht so weit als bey einen auf beyden Seiten erhabenen Glase entfernet ist (§. 464.): so muß ein auf beyden Seiten erhabenes Glas eine Sache mehr vergrössern, als wenn es nur auf einer Seite erhaben ist, und eine Kugel muß eine Sache noch grösser als ein auf beyden Seiten erhabenes Glas vorstellen. Und da der Brennpunct desto näher hinter dem Glase ist, je kleiner der Diameter seiner Section ist (§. 464.): so muß ein kleines Glas eine Sache stärcker vorstellen als ein grosses; und also das allerkleinste Kügelgen am allerstärcksten vergrössern. Nun sehen wir, warum man sich zu den Vergrösserungsgläsern solcher kleinen gläsernen Kügelgen bedienet, welche ein Sandkorn wenig an der Grösse übertreffen, und welche man aus eben dieser Ursache Staubgläser zu nennen pflegt.

Von den Hohlgläsern.

§. 467. Die Hohlgläser sind von den erhabenen gantz und gar verschieden. Jene sammlen die Strahlen und machen das Licht stärcker, diese zerstreuen die Strahlen, und schwächen das Licht, und lassen sich daher nicht zu Brenngläsern gebrauchen. Die erhabenen Gläser stellen die Sachen grösser, die hohlen hingegen kleiner vor, als sie mit blossen Augen gesehen werden. Es sey AB ein Hohlglas, welches auf der einen Seite

Fig. 91.

platt

platt ist: so geht der Strahl DHC ungebrochen hindurch (§. 446.); und aus eben dieser Ursache wird der Strahl EGI im Eingange nicht gebrochen. Im Ausgange hingegen wird er, weil er schief auffället und aus dem Glase in die Luft fähret, von dem aus dem Mittelpuncte M auf I gezogenen Perpendicul hinweg und gegen den Punct K gebrochen. Gleichwie nun hieraus erhellet, daß das Hohlglas die Strahlen zerstreuet: so ist ferner auch klar, daß es die Sachen verkleinern müsse. Denn es sey ED ein Object: so sieht man es mit blossen Augen unter dem Winckel ECD. Durch das Hohlglas hingegen erblickt man es unter dem Winckel RCD, welcher viel kleiner ist (§. 452.). Es wird nemlich der Strahl EF im Eingange in F gegen den Perpendicul (§. 443. 444.); und im Ausgange in L von dem Perpendicul ML, welcher aus dem Mittelpuncte M der Kugel, auf welche sich das Hohlglas schicket, nach dem Puncte L gezogen ist, hinweggebrochen, und kömmt daher in das Auge C.

§. 468. Ein vieleckigtes Glas stellt eine Sache so viel mahl vor, als das Glas Ecken hat. Es sey ABCD dergleichen Glas, E die Sache, welche man betrachtet, und in F das Auge: so kömmt nicht nur der Strahl EF in das Auge, sondern es werden auch die beyden Strahlen EQHF und EOKF durch die Refraction in das Auge F gebracht (§. Fig. 92. Von den vieleckigten Gläsern.

443. 444.). Solchergestalt sieht man den Punct E in P, E und L; und also an drey verschiedenen Orten zugleich. Fast alle Insecten haben vieleckigte Augen, wie man solches durch die Vergrösserungsgläser wahrnimmt. Und derowegen sehen sie eine einzige Sache vielmahl. Auf diese Weise vervielfältiget die Natur die Objecte, ohne ihre Anzahl zu vermehren.

Was die Ursache der Durchsichtigkeit der Cörper sey.

§. 469. Nunmehro können wir etwas genauer urtheilen, was es mit der Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit der Cörper für eine Beschaffenheit habe. Denn was oben bereits hievon angeführet worden, ist eigentlich die Ursache von der Durchsichtigkeit der kleinen Theilgen eines Cörpers (§. 439.). Und man kan nicht sicher schliessen, daß der gantze Cörper durchsichtig sey, wenn er schon aus durchsichtigen Theilen zusammengesetzt ist. Denn, wenn ein Cörper aus Theilgen von verschiedener Dichtigkeit bestehet: so wird ein Strahl des Lichts, welcher hindurchgehen soll, beständig gebrochen, indem er bald aus einer dichteren Materie in eine dünnere, und bald wieder aus einer dünnern in eine dichtere hineinfährt (§. 443. 444.). So ofte nun der Strahl gebrochen wird, so ofte wird auch ein Theil desselben reflectirt. Denn man nehme einen gläsernen Kegel und lasse auf die breite Grundfläche desselben einen Sonnenstrahl in einem finstern Gemache schief auffallen: so

wird

wird nicht nur bey dem Eingange des Strahles in das Glas ein Theil desſelben reflectiret werden; ſondern dieſes wird auch geſchehen wenn der Strahl aus dem Glaſe in die Luft herüber geht. Es iſt eben ſo leicht nicht zu ſagen woher es komme daß das Licht reflectirt werde, wenn es aus der dichtern in die dünnere Materie hineinfähret. Man wird zwar darauf verfallen, daß dieſes von dem Widerſtande der Luft in dem angeführten Experimente herrühre; aber man verſuche es nur im luftleeren Raume: ſo wird man ſehen daß auch alsdenn der Strahl welcher aus dem gläſernen Kegel herausgehet zum Theil wieder in das Glas reflectirt wird. Hieraus iſt alſo leicht zu ſchlieſſen, daß ein Lichtſtrahl in einem Cörper, der aus Theilgen von verſchiedener Dichtigkeit zuſammengeſetzt iſt, durch die oftmahlige Reflexion dergeſtalt müſſe geſchwächt werden, daß entweder gar kein Licht, oder doch ſo wenig hindurchgehet, welches in dem Auge keine merckliche Empfindung verurſachet. Es fehlt an nichts weniger als an Erfahrungen, dieſen Satz zu beſtätigen. Das Pappier iſt undurchſichtig; gewiß aber aus keiner andern Urſache, als weil es ſo viele Zwiſchenräumgen hat, die mit Luft und alſo mit einem Cörper erfüllet ſind, welcher von dem Pappiere in Anſehung der Dichtigkeit merklich unterſchieden iſt. Man befeuchte es aber mit Waſſer oder Oehle, damit eine

Materie in die Zwischenräumgen des Papieres gebracht werde, die mit ihm beynahe einerley Grad der Dichtigkeit hat: so wird es sogleich durchsichtig werden. Eine gleiche Bewandniß hat es mit einem Apfel, dessen Luftlöcher mit Wasser erfüllet worden sind (§. 322.). Viele Glasscheiben hintereinander gesetzt sind allemahl undurchsichtiger, als ein Stücke Glas, das eben die Dicke hat. Bringt man aber Wasser zwischen die Glasscheiben: so werden sie durchsichtig. Gleichwie nun hieraus erhellet, daß ein undurchsichtiger Cörper durchsichtig werde, wenn seine Zwischenräumgen mit einer Materie erfüllet werden, die mit einerley Grad der Dichtigkeit hat: so lehrt die Erfahrung noch ferner, daß ein Cörper seine Durchsichtigkeit verliere, wenn sich in seinen Zwischenräumgen eine Materie, welche von ihm in Ansehung der Dichtigkeit sehr verschieden ist, befindet. Wasser und Oehl sind beydes durchsichtige Cörper; vermischt man sie aber mit einander; so werden sie undurchsichtig. Das Glas ist durchsichtig, zerstößt man es aber in ein Pulver: so verliert es alle Durchsichtigkeit. Der Schaum des Wassers und anderer flüßigen Cörper ist undurchsichtig, und doch besteht er aus Wasser und Luft, welches Cörper sind, die an der Durchsichtigkeit viele andere übertreffen. Wer sieht nicht, daß die Undurchsichtigkeit aller dieser Cörper davon herrühre,

weil

weil sie aus Theilgen von verschiedener Dichtigkeit zusammengesetzt sind? Und die Erfahrung giebt noch viel mehrere Proben von der Wahrheit dieses Satzes an die Hand.

§. 470. Weil das Licht jederzeit dergestalt reflectirt wird, daß der Einfalls- und Reflexionswinckel einander gleich und beyderseits in einer Fläche sind (§. 79.): so müssen alle Strahlen, welche parallel auf einen Punct eines vollkommen glatten Cörpers fallen, auch parallel von demselben reflectirt werden. Ein undurchsichtiger Cörper, der eine glatte Oberfläche hat, wird ein Spiegel genannt. Derowegen ist klar, daß ein Spiegel die parallel Strahlen nicht allenthalben hin, sondern nach einer Gegend reflectiren müsse. Und man kan es an einem Spiegel sehen, wenn man einen Sonnenstrahl darauf fallen läßt, wie er ihn immer dergestalt reflectirt, daß der einfallende und reflectirte Strahl einerley Winckel mit dem Spiegel machen. Wäre die Oberfläche des Spiegels sehr rauh und uneben: so würde immer ein Theilgen über das andere erhaben seyn. Es würde der Sonnenstrahl auf ein jedes Theilgen unter einem andern Winckel, und also gantz und gar nicht nach einer einigen Direction, sondern vielmehr nach allen Gegenden geschehen wie es bey andern Cörpern würcklich geschiehet: denn dieses ist eben die Ursache warum man sie allenthalben sehen kan wo sich von ihnen eine ge- Von den Spiegeln

rade Linie hinziehen läst. Man sieht also wohl, daß der Spiegel das Sonnenlicht darum auf diese Art reflectirt, weil er so glatt ist. Indessen wird hiezu keine vollkommene Glätte erfordert. Es ist genug, wenn die meisten Theile in einerley Fläche befindlich sind. Man würde gewiß den Punct auf dem Spiegel, auf welchen der Sonnenstrahl fällt, nicht an allen Orten sehen können, wenn nicht von ihm gegen alle Puncte Strahlen reflectirt würden; reflectirt aber der Spiegel einige Strahlen nach allen Gegenden: so kan er nicht vollkommen glatt seyn. Indessen werden doch die meisten Strahlen auf die Art reflectirt, als wenn der Spiegel vollkommen glatt wäre.

Von den platten Spiegeln.

§. 471. In einem platten Spiegel erscheinet ein jeder Punct so weit hinter dem Spiegel als er von ihm entfernet ist. Denn es sey AB ein platter Spiegel, C aber ein Punct der sich darinnen vorstellen soll. Weil nun von dem Puncte C unzählige Strahlen ausfliessen (§. 436.): so fällt erstlich ein Strahl CD perpendicular auf den Spiegel AB. Da nun dieser Strahl in eben der Linie reflectirt wird (§. 79.): so sieht man den Punct C in der Linie CDF. Der Strahl CE fällt schief auf den Spiegel AB, und wird daher nach der Direction EG reflectirt (§. 470.). Man würde demnach den Punct C auch gesehen haben, wenn sich das Auge in G befunden

Fig. 93.

hätte.

hätte. Da nun solchergestalt der Punct C so wohl in der Linie CDF, als GEF erscheinet und kein Punct in beyden Linien CDE u. GEF zugleich anzutreffen ist, als der Punct F: so muß sich der Punct C in F hinter dem Spiegel AB vorstellen. Weil nun ferner $x = y$ (§. 470.), und $x = o$ (§. 40. Geom.): so ist $y = o$. Bey D sind rechte Winckel; und die Seite DE ist beyden Trianguln CDE und DEF gemein. Derowegen ist $CD = DF$ (§. 50. Geom.). Wenn sich aber ein jeder Punct so weit hinter dem Spiegel vorstellet, als er von demselben entfernet ist; wenn ferner die parallel einfallenden Strahlen auch nach der Reflexion parallel verbleiben (§. 470.): so ist klar, daß in einem platten Spiegel eine jede Sache in ihrer wahren Gestalt und Grösse erscheinen müsse.

Von erhabenen Spiegeln

§. 472. Gantz anders ist es mit den sphärischen Spiegeln beschaffen. Denn diese stellen eine Sache jederzeit kleiner vor, wie man auf eben eine solche Art, wie vorher (§. 471.), erweisen kan. Und weil ein cylindrischer Spiegel nach der Länge als ein platter, nach der Breite aber als ein sphärischer Spiegel betrachtet werden kan: so erscheinen die Sachen in einem cylindrischen Spiegel in ihrer rechten Länge, aber viel schmäler als sie sind. Dieses thun auch conische Spiegel, nur daß sie die Sachen desto schmäler machen, je näher sie zu der Spitze des Kegels kommen.

Von Brennspiegeln. Fig. 94.

§. 473. Wenn das Licht jederzeit dergestalt reflectirt wird, daß der Einfalls- und Reflexionswinckel einander gleich sind (§. 470.): so muß dieses auch bey einem sphärischen Hohlspiegel statt haben. Solchergestalt werden die Strahlen HD und EC, welche mit der Axe GI parallel auf einen sphärischen Hohlspiegel AIB fallen, aus D und C in F reflectirt. Wenn nun aber ein Hohlspiegel die Sonnenstrahlen in einem Punct mit einander vereiniget: so sieht man, warum man mit Hohlspiegeln eben dergleichen Würckungen als mit den Brenngläsern hervorbringen kan (§. 458.). Ja die Hohlspiegel sind zu diesem Zwecke noch besser als die Brenngläser zu gebrauchen; indem ein Brennglas viele Strahlen reflectirt, die nicht in den Brennpunct gebracht werden (§. 440.).

Brennspiegel von Holtz Stroh und Eis.

§. 474. Da das Brennen der Hohlspiegel ihrer Figur, vermittelst welcher sie die Sonnenstrahlen durch die Reflexion vereinigen, zuzuschreiben ist (§. 473.): so wird es niemand befremden, daß man Brennspiegel von Holtze, welches übergüldet wird, von Strohe, ja so gar von Eis verfertigen und damit etwas anzünden kan.

Mehrere Eigenschaften der Hohlspiegel Fig. 94.

§ 475. Gleichwie die parallel einfallenden Strahlen in einem Hohlspiegel durch die Reflexion in dem Brennpuncte F wieder mit einander vereiniget werden: so ist leicht zu erachten, daß die Strahlen FC und FD, welche

che aus dem Brennpuncte F kommen und auf den Spiegel fallen, dergestalt müssen reflectirt werden, daß sie nach geschehener Reflexion einander parallel sind. Denn in diesem Falle ist der Einfallswinckel dem Reflexionswinckel gleich. Wenn man demnach ein brennendes Licht in den Brennpunct eines Hohlspiegels setzt: so werden die Strahlen parallel reflectirt, und da solchergestalt das Licht nicht so geschwächt wird, als wenn die Strahlen aus einander gefahren wären: so kan man durch dieses Mittel eine entfernte Sache helle erleuchten. Sonst ist von denen Hohlspiegeln noch dieses merckwürdig, daß in ihnen eine Sache aufgericht, hinter dem Spiegel und vergrössert erscheint, wenn sie sich zwischen dem Spiegel und seinem Brennpuncte befindet. Im Brennpuncte verschwindet sie gar, weil sodann alle Strahlen, welche auf den Spiegel gefallen sind, parallel reflectirt werden, und also das Bild nirgends vorstellen. Denn dieses müste da seyn, wo der perpendiculare Strahl den reflectirten durchschnitte (§. 471.); parallele Strahlen aber durchschneiden einander niemahls. Befindet sich endlich eine Sache weiter von dem Spiegel, als der Brennpunct von ihm entfernt ist: so erscheint sie vor dem Spiegel in freyer Luft und zugleich umgekehrt. Welches sich alles durch die Erfahrung bestätigen läßt.

Tab. XIII. Fig. I.

Wir haben vorher angenommen, daß sich in einem sphärischen Spiegel das Object kleiner, als es ist, vorstellen müsse, und ich will so wohl dieses, als die angeführten Eigenschaften der Hohlspiegel, denen, deren Seele aus einen feineren Stoffe gemacht ist, zu gefallen, aus mathematischen Gründen erweisen. Es sey EG ein sphärischer Spiegel. Wenn man nun von dem Punete A eine perpendicularlinie AH auf denselbigen ziehet, so gehet sie durch den Mittelpunct der Kugel C; indem alle Linien durch den Mittelpunct der Kugel gehen, welche auf ihrer Oberfläche perpendicular stehen. Ziehet ferner den Tangenten IK, der mit dem Radio CB einen rechten Winckel macht. Weil nun von dem Puncte A unzählich viele Strahlen ausfliessen; so wird auch ein Strahl AB unter einen spitzen Winckel ABI auf den Spiegel fallen, welcher von B nach D unter einen spitzen Winckel reflectirt werden muß. Derowegen sieht man den Punct A nicht nur in der Linie AC; sondern auch in der Linie DF: das ist, in dem Punete, wo beyde Linien einander durchschneiden, nemlich in dem Puncte F; und da dieser Punct zwischen dem Mittelpunct und der Oberfläche befindlich ist: so erscheint

ſcheint in einem ſphäriſchen Spiegel eine Sache allemahl, zwiſchen dem Mittelpuncte und der Oberfläche des Spiegels. Es iſt aber zugleich klar, daß die Linie AH, nicht gröſſer als die Linie FH ausſehen könne, und daß alſo das Bild in dem Spiegel jederzeit viel kleiner ſeyn müſſe, als die Sache, welche darinnen vorgeſtellt wird. Und auf eben die Art kan man finden, daß das Bild deſto kleiner ſey, je kleiner der Diameter des ſphäriſchen Spiegels iſt. Die Hohlſpiegel ſind denen erhabenen gerade entgegen geſetzt. Jene zerſtreuen und dieſe ſammlen die Strahlen. Jene verkleinern und dieſe vergröſſern die Objecte; welches ich folgendergeſtalt erweiſe: Es ſey EH ein Hohlſpiegel auf welchem ein Strahl DB mit der Axe AX parallel einfällt; ſo iſt r der Einfalls- und s der Reflexionswinckel: Da nun der Einfallswinckel dem Reflexionswinckel jederzeit gleich ſeyn muß; ſo iſt auch der Winckel r ≅ s. CB iſt der Radius, welcher auf der Oberfläche der Kugel EH perpendicular ſtehet. Da er nun ſolchergeſtalt auf beyden Seiten zwey rechte Winckel macht; ſo iſt der Winckel x + r ≅ y + s; Nun aber iſt, wie vorher erwieſen worden, r ≅ s, und es muß jederzeit gleiches übrig bleiben, wenn

Tab. XIII. Fig. 2.

wenn man gleiches von gleichen abziehet; derowegen iſt auch $x \sim y$. Weil nun AX mit BD parallel iſt; ſo ſind x und o wechſelswinckel an Parallellinien: derowegen iſt auch $x \sim o$; Wenn aber $x \sim o$ und $y \sim x$; ſo iſt auch $y \sim o$. Es ſind demnach die beyden Winckel y und o, an der Grundlinie des Triangels BFC einander gleich. Derowegen müſſen auch die beyden Seiten BF und FC einander gleich ſeyn. Die beyden Linien BF und FC, ſind zuſammen genommen, gröſſer als die Linie BC; indem allemahl zwey Seiten eines Triangels zuſammen genommen, gröſſer ſind als die dritte. Derowegen iſt die Linie FC gröſſer als die Hälfte von der Linie BC, und weil $BC \sim CX$, indem es Radii von einem Zirckel ſind; ſo iſt FC gröſſer als die Hälfte, und folglich FX kleiner als die Hälfte von dem Radio der Kugel. Da nun in F der Brennpunct iſt, darinnen die parallel einfallenden Strahlen vereiniget werden; ſo iſt die Entfernung des Brennpunctes von dem Hohlſpiegel noch kleiner, als der halbe Radius, oder der vierte Theil des Diameters des Spiegels. Man verſtehet aber hier durch den Diameter des Spiegels, den Diameter der Kugel auf deſſen Oberfläche der Spiegel paßt.

Wenn

Wenn sich ein Object in dem Brennpuncte F des Hohlspiegels befindet; so ist der perpendiculare Strahl FX der schief auffallende FB. Der erstere wird aus X nach A, der letztere aber aus T in D reflectiret. Da nun BD mit XA parallel ist, so kan der reflectirte Strahl den perpendicularen nirgends durchschneiden; und solchergestalt kan das Object, das sich im Brennpuncte befindet, gar nicht im Spiegel gesehen werden. Hingegen wenn eine Sache zwischen dem Brennpuncte und dem Hohlspiegel steht; so muß man das Bild hinter dem Spiegel vergrössert und aufgericht sehen: Denn es sey VO die Axe des Hohlspiegels, AM und BN mit ihr parallel, und in P der Brennpunct ab das Object welches sich in dem Spiegel vorstellen soll; so sind aK und bL die beyden äussersten einfallenden Strahlen, KM und LN aber die reflectirten. Der perpendiculare Strahl Ia und Ib, welcher aus dem Mittelpuncte des Spiegels I gezogen wird, durchschneidet den reflectirten in A und B; derowegen muß sich die Linie ab hinter den Spiegel, und grösser vorstellen als wie sie ist. Hingegen, wenn eine Sache ef weiter als der Brennpunct P von den Spiegel weg ist; so erscheint sie in freyer Luft, aber ver-

Tab. XIII. Fig. 3.

verkehrt. Denn die schief auffallenden Strahlen eL und fK werden, weil sie durch den Brennpunct P hindurchgehen, nach der Reflexion parallel und der eine aus K in M, der andere aber aus L in N reflectirt. Die perpendicularen Strahlen elE und flF, welche durch den Mittelpunct des Spiegels I gehen, durchschneiden die parallel Strahlen in den Puncten F und E. Da sich nun das Bild einer Sache da vorstellen muß, wo der perpendiculare Strahl den reflectirten durchschneidet; so ist klar, als daß das Bild einer Sache welche weiter von dem Brennpuncte des Hohlspiegels weg ist, in der freyen Luft und umgekehrt erscheinen müsse.

Wie glühende Kohlen vermittelst eines Brennspiegels anzünden.

§. 476. Man darf nicht glauben, daß es bey den Sonnenstrahlen etwas besonders sey wenn sie brennen und anzünden, indem sie durch die Reflexion von einem Hohlspiegel in einen engen Raum zusammengebracht werden. Anderes Feuer ist hierzu nicht weniger geschickt, wie aus dem Versuche erhellet, welchen Zahn anführet. Man hat in den Brennpunct eines Hohlspiegel der im Diameter 6 Schuhe hielt, ein eisern Gefässe mit glüenden Kohlen gesetzt welche man beständig angeblasen: so sind die Strahlen von dem Hohlspiegel dergestalt reflectirt worden, daß sie einander nach geschehener Reflexion paral-

lel

lel gewesen (§. 475.). In der Weite von 20 bis 24 Schuhen hat man einen andern Hohlspiegel, dessen Diameter 3 Schuh gewesen, gesetzt, und mit demselben die parallel reflectirten Strahlen aufgefangen. Diese sind von dem andern Hohlspiegel in dem Brennpuncte vereinigt worden. Und die Kraft der Strahlen war im Brennpuncte so groß, daß man Schwamm dabey anzünden konte.

§. 477. Wenn ein Sonnenstrahl DF in ein gläsern dreyeckigt Prisma ABC in einem finstern Gemache hineinfällt: so wird er so wohl im Eingange aus F in G gegen den Perpendicul EF, als im Ausgange in G von dem Perpendicul GH hinweggebrochen (§. 443. 444.). Indem er aber aus dem Prismate herausgehet: so wird er immer breiter, und stellet an der Wand in IK sieben Farben deutlich vor. Diese sind, wenn man sie von K nach I hinaufzählet, folgende: roth, goldgelb, schwefelgelb, grün, himmelblau, purpur, und violet. Eben dergleichen Farben entstehen, wenn man einen Sonnenstrahl in einen gläsernen Kegel oder in ein mit Wasser erfülltes Weinglas hineinfallen läßt. Hieraus erhellet demnach, daß ein Sonnenstrahl aus sieben bunten Strahlen zusammengesetzt sey, welche durch die Refraction in dem Prismate von einander abgesondert werden. Und dieses ist das vornehmste, darauf man bey der Lehre von den Farben zu sehen hat, und wel-

Von den Farben. Tab. VII. Fig. 95.

welches nunmehro mit mehrern auszuführen seyn wird.

Ob das Prisma Farben hervorbringt.

§. 478. Man wird nicht darauf verfallen, daß das Prisma eine besondere Kraft habe, Farben, die vorher nicht vorhanden gewesen sind, hervorzubringen. Damit man aber dergleichen Vermuthung desto weniger Platz gebe: so lasse man einen von den sieben bunten Strahlen durch eine enge Eröffnung hindurchgehen, damit er von den übrigen abgesondert werde, und lasse ihn auf ein neues Prisma fallen: so wird er zwar, wie vorhin, im Eingange und im Ausgange gebrochen werden: keinesweges aber sich in mehrere Farben verwandeln. Da nun z. E. der rothe Strahl immer roth, der gelbe immer gelb, und der grüne immer grün bleibet u. s. w. wenn er gleich auf das neue in einem prismatischen Glase gebrochen wird: so sieht man wohl, daß das Prisma nicht vor sich geschickt sey, Farben, die vorher nicht vorhanden gewesen, hervorzubringen. Und es müssen demnach die sieben farbigten Strahlen schon vorher in dem Sonnenstrahle vereinigt gewesen und durch das Prisma blos von einander abgesondert geworden seyn. Ich sage, die farbigten Strahlen werden durch das Prisma von einander abgesondert, welches etwas mehr ist, als eine blosse Zerstreuung der Strahlen. Denn daß diese nicht hinreichend sey, sehen wir an den Hohlgläsern, welche das Licht zerstreuen, und

also

also schwächen, keinesweges aber in Farben verwandeln. Läßt man einen farbigten Strahl auf ein Brennglas fallen: so wird auch dadurch die Farbe des Strahls nicht verändert. Der rothe Strahl bleibt z. E. auch in dem Brennpuncte des Brennglases roth, obgleich seine Farbe viel lebhafter wird, welches der Refraction in dem Brennglase, dadurch das Licht in einen engern Raum gebracht wird, zuzuschreiben ist (§. 457.).

Von der weissen Farbe.

§. 479. Wenn man alle sieben Farben zugleich durch ein Brennglas wieder mit einander vereinigt: so bekömmt man das weisse Sonnenlicht wieder. Vereinigt man aber nur einige: so ist die weisse Farbe unvollkommen. Wodurch also aufs neue bestätigt wird, daß ein weisser Sonnenstrahl aus den sieben farbigten zusammengesetzt sey. Es fließt ferner hieraus, daß ein Cörper weiß aussehe, wenn er alle Strahlen ohne Unterscheid reflectirt. Und man halte nur einen weissen Cörper nach und nach in einen jeden von den farbigten Strahlen: so wird man wahrnehmen, daß er die eine Farbe eben so leicht als die andere annimmt, und also alle Strahlen gleich stark reflectirt. Wenn man daher ein rothes, gelbes, grünes, himmelblaues und violettes Pulver mit einander vermischt und es von weiten ansieht, so erblickt man eine weisse oder vielmehr graue Farbe.

§. 480. Betrachtet man den durch das Ur-

des goldgelben und grünen Strahles

Prisma gebrochenen Strahl etwas genauer, so wird man wahrnehmen, daß die Stäubgen, welche in der Luft herumfliegen, die Farbe des Strahles annehmen, durch den sie hindurchgehen. Im rothen sehen sie roth, im gelben gelb, im grünen grün, und im blauen blau aus. Eben dieses geschiehet mit dem Rauche; und es läßt sehr angenehm, wenn man einen Rauch durch den vermittelst des Prismatis in Farben verwandelten Sonnenstrahl in die Höhe steigen läßt. Man wird ferner wahrnehmen, daß eine Farbe immer unvermerckt in die andere übergeht, und daß man nicht im Stande ist, das Ende der einen und den Anfang der andern Farbe gantz genau zu bestimmen. Da sich nun der goldgelbe Strahl zwischen dem rothen und schwefelgelben befindet; und aus der Vermischung der rothen Farbe mit der schwefelgelben eine goldgelbe entsteht: so kan man auf die Vermuthung gerathen, daß der goldgelbe Strahl aus diesen beyden seinen Ursprung habe. Und eine gleiche Bewandniß hat es mit dem grünen, welcher zwischen dem schwefelgelben und himmelblauen angetroffen wird. Denn es ist bekannt, daß durch Vermischung der gelben und blauen Farbe eine grüne hervorgebracht werde.

Farben haben Eigenschaften des Lichts.

§. 481. Wenn man die farbigten Strahlen durch ein Brennglas fallen läßt, und sie hinter dem Brennpuncte des Glases mit einem

nem weissen Pappiere auffänget: so werden sich die Farben in einer verkehrten Ordnung auf dem Pappiere darstellen, dergestalt, daß der violette Strahl, welcher vorher oben war, unten, und der rothe, welcher sich unten befand, oben zu stehen kommet. Und wie kan es anders seyn, da die Strahlen in dem Brennpuncte einander durchschneiden (§. 457.)? Fänget man die farbigten Strahlen mit einem Spiegel auf: so lassen sie sich wie ander Licht reflectiren, und bleiben auch nach geschehener Reflexion Farben.

Wie das farbigte Licht die Cörper erleuchtet.

§. 482. Man bringe einen Cörper, er seye von welcher Farbe er will, nach und nach in alle farbigte Strahlen: so wird er im rothen roth, im gelben gelb, im blauen blau, u. s. w. aussehen. Ohnerachtet er nun allemahl die Farbe des Strahls annimmt, welcher darauf fällt: so wird man doch befinden, daß ein rother Cörper die rothen, ein blauer die blauen, und überhaupt ein Cörper von einer gewissen Farbe die Strahlen von eben der Farbe viel lebhafter und stärcker als die übrigen reflectirt. Solchergestalt hat ein Cörper eine gewisse Farbe, wenn er gewisse Art farbigter Strahlen reflectirt. Ein rother Cörper sieht roth aus, weil er vermöge seiner Einrichtung das rothe Sonnenlicht viel häufiger, als das übrige zurücke wirft. Ein grüner hingegen reflectirt die grünen Strahlen stärcker, als alle andere.

Verschiedene Refrangibilität der Farben.

§. 483. Ist es aber wohl erlaubet die rothe Farbe von rothen, und die grüne von grünen Strahlen herzuleiten? Und verlieren wir nicht auf einer Seite was wir auf der andern gewinnen, wenn man nicht weiß worinnen es eigentlich liege, daß man einen Strahl roth, einen andern aber grün nennet? Es ist demnach zu mercken, daß man eigentlich nicht sagen könne, daß ein Strahl roth sey, sondern man belegt ihn nur darum mit einem solchen Namen, weil er durch seine Würckung eine gewisse Empfindung verursachet. Denn weil die bunten Strahlen nach geschehener Refraction im Prismate aus einander fahren (§. 477.); so muß ein jeder unter einen andern Winckel gebrochen werden. Man betrachte nur die Figur: so wird sich zeigen, daß der rothe Strahl nicht so starck als die übrige gebrochen werden. Denn dieser weicht am wenigsten von dem Perpendicul HG und zugleich von seiner vorigen Direction ab. Alle übrigen werden stärcker, und der violette Strahl am allerstärcksten gebrochen; indem er sich weiter, als alle übrigen, von dem Perpendicul HG entfernt (§. 444.). Sind nun die farbigten Strahlen in Ansehung der Refrangibilität von einander unterschieden: so müssen sie auch auf eine verschiedene Art in das Auge würcken. Und daher kömmt es eben, daß ein jeder eine eigene Art der Empfindung verursachet.

Fig. 95.

§. 484.

§. 484. Die rothen Strahlen haben eine gröſſere Gewalt als die violetten. Zweifelt man daran: ſo betrachte man das durch die Refraction in Farben verwandelte Sonnenlicht; ſo wird man wahrnehmen, daß die rothen Strahlen viellebhafter, heller und durchdringender als die violetten ausſehn; haben ſie aber eine gröſſere Lebhaftigkeit: ſo müſſen ſie auch heftiger in das Auge würcken, und folglich eine gröſſere Gewalt zu würcken beſitzen. Und damit man deſto mehr davon verſichert ſey: ſo betrachte man ein rothes und violettes Tuch an der Sonne; ſo wird man das rothe nicht allzulange anſehen können ohne davon geblendet zu werden; bey dem violetten aber wird man ſolches nicht wahrnehmen. Was kan nun aber hieraus anders geſchloſſen werden, als daß die rothen Strahlen eine gröſſere Gewalt haben als die violetten? Und ſo wird man ferner finden, daß die übrigen Farben welche das Priſma hervorbringt, ebenfals die violette an der Lebhaftigkeit, und alſo auch an der Kraft zu würcken übertreffen, ohnerachtet ſie der rothen nicht beykommen.

Die rothen Strahlen haben eine gröſſere Kraft als die übrigen.

§. 485. Je gröſſer die Gewalt iſt, mit welcher ſich ein Cörper bewegt, deſto weniger vermag eine gegebene Kraft ſeine Direction zu verändern, welches ſich aus der Lehre von der zuſammengeſetzten Bewegung erweiſen und durch die tägliche Erfahrung beſtätigen läßt.

Warum ein Strahl ſtärcker als der andere gebrochen wird.

Da nun die rothen Strahlen die stärckste und die violetten die geringste Kraft haben (§. 484.): so kan die anziehende Kraft des Prismatis die Direction der rothen Strahlen am allerwenigsten, die Direction der violetten Strahlen aber am allerstärcksten verändern. Je stärcker die Direction eines Strahls in einen durchsichtigen Cörper geändert wird, desto stärcker wird der Strahl gebrochen (§. 443.). Derowegen müssen die rothen Strahlen am wenigsten, die violetten hingegen am stärcksten gebrochen werden.

Die rothen Strahlen sind die schwerern.

§. 486. Die rothen und violetten Strahlen sind Theile eines weissen Sonnenstrahls (§. 478.). Nun bewegen sich alle Theile eines Sonnenstrahls mit gleicher Geschwindigkeit. Denn wenn dieses nicht wäre: so würden sie sich von einander absondern, sie würden sich als Farben vorstellen (§. 477.), und es bliebe alsdenn der Sonnenstrahl nicht weiß. Derowegen bewegen sich auch die rothen und violetten Strahlen mit gleicher Geschwindigkeit. Wenn sich zwey Cörper mit gleicher Geschwindigkeit und mit verschiedener Gewalt bewegen: so muß derjenige, welcher die gröste Gewalt hat, die meiste Masse besitzen (§. 66.). Da nun die rothen Strahlen eine grössere Gewalt haben als die violetten (§. 484.): so müssen die rothen Strahlen mehr Masse haben als die violetten. Ein Cörper ist desto schwerer, je mehr er Masse bey

besitzt (§. 58.). Derowegen übertreffen die rothen Strahlen die violetten an der Schwere. Und es müssen die rothen Strahlen aus einer gleichmäßigen Ursache schwerer seyn als die goldgelben, die goldgelben schwerer als die schwefelgelben, die schwefelgelben schwerer als die grünen, die grünen schwerer als die himmelblauen, die himmelblauen schwerer als die purpurfarben, und die purpurfarben schwerer als die violetten, welche unter allen die leichtesten sind (§. 484.). Dieser Unterscheid in der Schwere ist demnach die Ursache, warum ein jeder von ihnen unter seinem eignen Winckel gebrochen wird (§. 483.).

Wie die Sachen durch das gläserne Prisma aussehen.

§. 487. Weil das Prisma die Strahlen bricht (§. 477.), und eine Sache durch gebrochene Strahlen höher erscheinet als sie ist (§. 450.): so müssen die Sachen ebenfalls durch das Prisma höher, als sie sind, erscheinen. Und weil kein Cörper ist, der nicht von allen Arten der Strahlen einige reflectiren solte (§. 482.); weil ferner diese Strahlen durch das Prisma von einander abgesondert werden (§. 477.): so erkennet man die Ursache, warum die Cörper durch das Prisma mit einem farbigten Rande erscheinen.

Refrangibilität der farbigten Strahlen.

§. 488. Man nehme einen Streifen Pappier und färbe ihn halb roth und halb blau. Man befestige das Pappier dem Fenster gegen über, damit es helle erleuchtet wird, und betrachte es durch das Prisma: so wird der

blaue Theil höher erscheinen als der rothe. Denn weil die blauen Strahlen stärcker gebrochen werden als die rothen (§. 487.), und eine Sache durch das Prisma desto höher gesehen wird, je stärcker darinnen die Strahlen gebrochen werden: so muß der blaue Theil des Pappieres durch das Prisma höher als der rothe erscheinen.

Ob sich das Sonnenlicht allein in Farben verwandelt.

§. 489. Was hier von den Sonnenstrahlen erwiesen worden ist, eben das gilt auch von anderm Lichte. Der Unterscheid liegt nur darinne, daß die Farben des Abends viel schwächer sind, als diejenigen, welche sich im Sonnenlichte befinden. Solche Refraction nimmt man öfters zufälliger Weise wahr. Wie ofte sieht man nicht in einem Weinglase, welches des Abends auf dem Tische steht, die schönste rothe Farbe? Wenn man sich nun ein wenig auf die Seite biegt: so bekömmt man die gelbe und alle übrigen zu Gesicht (§. 477.); da doch derjenige, welcher sich nicht an dem rechten Orte befindet, davon nicht das geringste wahrnimmt. Alles dieses sind Sachen, welche sich daraus, daß ein jeder farbigter Strahl unter einem gewissen Winckel gebrochen wird vollkommen begreiffen lassen (§. 483.).

Von den Farben über den Scheiben.

§. 490. Dünne Scheiben von Frauenglase verwandeln das Licht durch die Refraction in die schönsten Regenbogenfarben, welche sich mit der Dicke eines solchen Scheibgens verändern.

ändern. Eben dergleichen Farben entstehen in den Blasen, welche man aus Seiffenwasser mit einem Strohhalme macht; und man bemerckt auch hier, daß die Farben anders sind, wenn die Haut einer solchen Blase dicke, als wenn sie dünne ist, wovon sich viele nützliche Lehrsätze und Erfahrungen hier beybringen liessen, wenn ich nicht besorgen müßte, meinen Lesern dadurch beschwerlich zufallen, indem ich mir nur vorgesetzt habe, hier die Anfangsgründe der Naturlehre vorzutragen. Verlangen sie aber mehrern Unterricht, so werden sie denselben in der Optic des grossen Newtons antreffen.

§. 491. Nun werden wir urtheilen können, woher es komme, daß ein Cörper eine gewisse Farbe habe. Daß solches nicht darinnen zu suchen sey, daß ein Cörper das Licht stärcker als ein anderer reflectirt, ist mehr als zu gewiß. Denn hieraus würde weiter nichts erfolgen, als daß ein Cörper immer heller, als ein anderer aussähe; nimmermehr aber würde er eine gewisse Farbe bekommen. Wir werden aber auch nicht nöthig haben, die Ursache der Farben weit zu suchen, nachdem erwiesen worden ist, daß sie selbst in dem weissen Lichtstrahlen enthalten sind (§. 478.). Denn da ein Cörper roth aussiehet, wenn er rothes, und grün, wenn er grünes Licht in das Auge reflectirt (§. 482.): so haben eigentlich zu reden nicht die Cörper, sondern die Sonnen-

Ursache von der Farbe eines Cörpers.

strahlen die Farbe, welche man siehet. Da aber gleichwohl ein rother Cörper das rothe Licht und ein grüner das grüne Licht stärcker als das übrige reflectirt (§. 482.): so muß in dem Cörper selbst etwas seyn, woraus sich begreiffen läßt, warum er vielmehr diese, als eine andere Art Strahlen zurückwirft. Die gantze Sache beruhet auf folgendem Grunde.

Von der Oberfläche eines gefärbten Cörpers.

§. 462. Die Oberfläche der Cörper besteht aus durchsichtigen Theilgen (§. 439.). Da nun das Licht in durchsichtigen Cörpern gebrochen (§. 443), und durch die Refraction in Farben verwandelt wird (§. 477.): so müssen auf der Oberfläche eines Cörpers ebenfalls Farben entstehen. Weil aber ferner ein dünnes Scheibgen, mit welchem die Theilgen auf der Oberfläche die gröste Aehnlichkeit haben, nach seiner verschiedenen Dicke eine verschiedene Farbe reflectirt (§. 490): so reflectiret auch immer ein Cörper eine andere Art farbigter Strahlen, nachdem die Theilgen auf seiner Oberfläche dicke oder dünne sind. Wenn nun ein Cörper eine gewisse Farbe hat, wenn er eine gewisse Art Strahlen reflectirt (§. 482.): so sieht man, warum immer ein Cörper eine andere Farbe hat, als der andere.

Von den zusammengesetzten Farben.

§. 493. Würden die Cörper aber wohl mehr als sieben Farben haben können, da nur sieben Farben in einem Sonnenstrahle befindlich sind (§. 477.)? Und gleichwohl lehrt die

die Erfahrung, daß man eine unbeschreibliche Menge verschiedener Farben in der Welt antrift. Allein, dieses würde seine Richtigkeit haben, wenn der Cörper nur eine einzige Art Strahlen reflectirte. Reflectirt er aber mehrere zugleich: so entsteht durch Vermischung derselben beständig eine neue Farbe. Bedenckt man nun, wie viele Veränderungen sich durch Vermischung der sieben Farben in verschiedener Proportion hervorbringen lassen: so wird man nicht zweifeln, daß die Anzahl der Farben, welche auf diese Weise entstehen können, unendlich sey. Verlangt man dergleichen vermischte Farben zu sehen: so verwandele man erst das Sonnenlicht durch das Prisma in Farben (§. 477.), und bringe alsdenn durch die Refraction in einem andern prismatischen Glase einen farbigten Strahl auf einen andern Ort, damit er sich mit einer von den übrigen Farben vermenget: so wird man die angenehmsten zusammengesetzten Farben hervorbringen können.

Welche Cörper schwartz sind.

§. 494. Ein Cörper, welcher gar kein Licht reflectirte, würde vollkommen schwartz seyn. Darum sehen tiefe Höhlen schwartz aus, weil aus ihnen kein Licht in das Auge kömmt. Der Schatten, den die Cörper hinter sich werffen, sieht schwartz aus. Was ist aber der Schatten anders als ein Mangel des Lichts? Um aber desto mehr davon überzeuget zu seyn, daß die schwartzen Cörper alle Arten

der

der Strahlen schwach reflectiren: so erleuchte man einen schwartzen Cörper nach und nach mit allen farbigten Strahlen des Sonnenlichts: so wird man befinden, daß sich zwar alle Farben, jedoch ungemein schwach darauf vorstellen. Er muß demnach, von allen Arten der Strahlen einige obgleich sehr wenige zurückwerfen.

Schwartz ist weis.

§. 495. Ein Cörper der alle Strahlen ohne Unterscheid mit gleicher Kraft reflectirt, ist weiß (§. 479.). Da nun ein schwartzer Cörper alle Strahlen mit gleicher Kraft reflectirt (§. 494.): so ist schwartz weis. Nun, werden meine Leser sagen, sehen wir, daß Cicero recht hat, wenn er uns versichert, es könne nichts so närrisches erdacht werden, daß nicht einmal ein Weltweiser gesagt haben sollte. So verwegen aber ist vielleicht noch keiner gewesen, als der Verfasser dieser Naturlehre, der uns auf eine unerhörte Art überreden will, daß schwartz und weiß einerley sey. Es würde meiner Eitelkeit ungemein angenehm seyn, wenn ich mir durch Behauptung seltsamer Sätze in der ehrwürdigen Gesellschaft der Weltweisen einen Sitz erwerben könnte. Ich sehe aber wohl, daß meine gegenwärtige Bemühung vergebens seyn werde. Denn die schwartze und weisse Farbe sind dennoch dem Grade nach merklich von einander unterschieden. Es ist wahr, ein schwartzer Cörper wirft alle farbigten Strahlen mit gleicher Lebhaf-

Lebhaftigkeit zurück, der weisse thut es auch, aber mit einer viel grössern Lebhaftigkeit. Indessen unterscheiden sie sich doch von allen übrigen Farben darinnen, daß alle Cörper von andern Farben nur eine gewisse Art Strahlen mit grösserer Lebhaftigkeit, als die übrigen reflectiren. Wenn wir nun diesen Begriff von der schwartzen Farbe feste setzen, daß sie darinne bestehe, daß ein Cörper die Lichtstralen sehr schwach zurücke wirft, so wird derjenige vollkommen schwartz seyn, welcher gar keine Strahlen reflectiret. Ein Cörper, welcher gar keine Strahlen reflectirt, muß gar keine Theile haben. Da aber dieses bey einem Cörper etwas widersprechendes ist, so ist klar, daß ein vollkommen schwartzer Cörper eine unmögliche Sache sey.

Schwartze Cörper werden wärmer als weisse.

§. 496. Weil ein schwartzer Cörper viel weniger Licht, als ein weisser reflectirt (§. 494.), so müssen die Sonnenstrahlen in einen schwartzen Cörper häufiger, als in einen weissen hineindringen. Nun wird ein Cörper desto heisser, je mehr Sonnenstrahlen in seine Zwischenräumgen hineindringen (§. 248.). Derowegen muß ein schwartzer Cörper heisser werden, wenn man ihn in die Sonne legt, als ein weisser. Man kan es versuchen, wenn man zwey Cörper von einerley Art, als z. E. zwey Stücken Holtz, davon das eine weiß, das andere aber schwartz gefärbt ist, gleich lange in der Sonne liegen läßt. Es

ist

ist wahr, daß die schwartze Dinte in der Sonne nicht so heiß werde, als ein anderer Cörper. Wir müssen aber auch bedencken, daß in der Dinte ein vitriolisches Salz sey, und daß dergleichen Saltze die Kraft besitzen, die Feuertheilgen an sich zu ziehen und zur Ruhe zu bringen, und solchergestalt die Wärme zu vermindern, wovon wir in dem vorhergehenden an der Vermischung des Saltzes mit dem Schnee eine deutliche Probe gehabt haben.

Wie die blinden die Farben unterscheiden.

§. 497. Da Cörper von verschiedener Farbe auch eine verschiedene Beschaffenheit der Theilgen in ihrer Oberfläche haben: so sehen wir, wie es möglich sey, daß Blindgebohrne die Farben durch das Gefühl von einander unterscheiden können. Boyle erzehlt davon ein merckwürdiges Exempel. Es hatte ein gewisser Mensch im andern Jahre seines Alters durch die Pocken das Gesichte verloren. Er konnte aber dem ohngeachtet die Farben durch das Gefühl von einander unterscheiden; doch ging dieses nur alsdenn an, wenn er sich nüchtern befand. Er konte es am besten mit den Daumen, und besonders mit dem an der rechten Hand wahrnehmen. Und versicherte, daß immer eine Farbe rauher anzufühlen sey als die andre. Die rothe Farbe wäre klebricht anzufühlen. Unter allen aber wären die schwartze und weisse Farbe die rauhesten. Doch wäre die schwartze noch ein wenig rauher

her als die weisse. Daher fiel es ihm auch schwer, die schwartze und weisse Farbe von einander zu unterscheiden. Wodurch aufs neue bestätigt wird, daß die schwartze eine unvollkommen weisse Farbe sey (§. 495.).

§. 498. Aus dieser Lehre von den Farben wird man nun unzählige Fälle beurtheilen können. Man wird einräumen, daß die Gemählde nichts anders sind, als ein hauffen kleiner durchsichtiger Scheibgen, welche nach ihrer verschiedenen Dicke und Dichtigkeit das Licht auf verschiedene Art brechen und reflectiren (§. 490.). Denn daß es bey der Farbe hauptsächlich auf die Subtilität der kleinen Scheibgen daraus sie bestehen ankomme, können wir unter andern am Zinnober wahrnehmen. Wenn man den Zinnober aus dem Glase, in welchem er sublimirt worden ist, herausnimmt: so sieht er braunroth aus, wenn man ihn aber zerreibet: so bekömmt er eine viel schönere rothe Farbe. Was geschiehet nun durch das Reiben anders, als daß die kleinen Scheibgen, daraus der Zinnober bestehet, subtiler gemacht werden? Doch kan man dem Zinnober eine noch schönere Farbe geben, wenn man, indem er gerieben wird, einen Tropfen Milch hinzuthut. Das Papier sieht weis aus; so bald aber seine kleine Scheibgen durch das Planieren niedergedruckt worden: so bekömmt es eine gelblichte Farbe. Wenn man eine rothe Rose über

Nutzanwendung der Lehre von den Farben.

den

den Schwefeldampf hält: so wird sie weiß. Und wer wolte wohl zweifelen, daß dieses alles der vermehrten Dichtigkeit oder Dicke der durchsichtigen Scheibgen auf der Oberfläche dieser Cörper zuzuschreiben sey?

Von dem Taffent.

§. 499. Weil ein jeder farbigter Strahl unter einem andern Winckel gebrochen wird (§. 493.): so siehet man, was die Ursache sey, daß einige Taffente ihre Farbe verändern, nachdem man sie entweder gerade zu, oder von der Seite ansiehet. Daß aber dieses nicht bey allen Cörpern statt haben könne, ist daraus herzuleiten, daß nicht alle farbigten Strahlen von allen Cörpern wieder zurückkommen: sondern vielmehr in die Zwischenräumgen hineingebrochen werden, und sich darinnen verlieren.

Wie durch Vermischung flüßiger Cörper Farben entstehn.

§. 500. Man hat einen ungemein grossen Vorrath von solchen Experimenten, da durch Vermischung flüßiger Materien eine Farbe entweder hervorgebracht, oder wieder vernichtet wird. Alles aber kömmt darauf an, daß die kleinen Theilgen, daraus die Cörper bestehen, in ihrer Dicke und Dichtigkeit entweder zu- oder abnehmen. Ich will demnach zur Erläuterung nur einige anführen. Es ist bekannt, daß so wohl die Solution der Gallâpfel als des Vitriols weis und durchsichtig ist. Vermischt man aber beydes mit einander: so entsteht eine schwartze Dinte. Es verbinden sich nemlich die vitriolischen und irdischen

dischen Theilgen mit einander und verwehren dem Lichte, das sie verschlucken, einen freyen Durchgang (§. 494.). Wenn man Scheidewasser in die Dinte gießt: so zieht es die vitriolischen Theilgen an sich; und da es solchergestalt die Dicke der kleinen Scheibgen vermindert: so macht es die Dinte wieder helle und durchsichtig wie Wasser. Blaues Pappier wird gelb, wenn man Scheidewasser darauf gießt: weil das Scheidewasser die kleinen Theilgen subtiler macht. Wenn man mercurium sublimatum im Wasser auflöset, so sieht die Solution weis und durchsichtig wie Wasser. So bald man aber oleum tartari per deliquium hineintropffet: so entsteht eine schöne orange Farbe; welche wieder verschwindet, wenn man etwas von Scheidewasser hineingießt. Wenn man auf die Blätter von rothen Rosen-Wasser oder Brandwein gießt und dieses eine Weile darauf stehen läßt: so bekömmt es durch Vermischung mit dem Scheidewasser, oder einem andern sauern Spiritu, eine rothe, durch das oleum tartari per deliquium aber eine grüne Farbe. Und von aufgelößtem Vitriol wird diese Tinctur schwartz wie Dinte, weil die Rosen etwas zusammenziehendes bey sich haben, und allemahl eine schwartze Farbe entsteht, wenn sich die irdischen und mit einer zusammenziehenden Kraft begabten Theilgen einer Pflanze mit dem Vitriol vermengen.

Wie Cörper verschiedene Farben zugleich haben.

§. 501. Cörper, welche gewisse Strahlen starck reflectiren, können dieselbe nicht durch ihre Zwischenräumgen hindurchgehen lassen. Und daher sehen sie anders mit durchfallendem Lichte aus, als wenn man sie mit reflectirten Strahlen siehet. Eine Feder aus dem Schwantze des Pfauens hat die schönsten Regenbogenfarben, die durch die Refraction in den kleinen durchsichtigen Scheibgen, daraus sie bestehet, entspringen (§. 490.). Sie sieht aber anders aus, wenn man sie mit durchfallendem, und anders wenn man sie mit darauffallendem Lichte betrachtet. Ein Blättgen geschlagen Gold sieht mit reflectirtem Lichte gelb, mit durchfallendem aber blau aus. Und die Tinctur, welche man mit Wasser aus dem nephritischen Holtze ausziehet, hat immer eine andere Farbe nachdem man sie gegen das Licht hält.

Von der blauen, rothen und weissen Flamme.

§. 502. Da ein Cörper eben die Strahlen reflectirt, mit welchen er erleuchtet wird (§. 482.): so ist klar, warum sich bey der blauen Flamme des Brandeweins, da man Saltz hineinwirft, alle Farben ändern, warum die Gesichter der Umstehenden aussehen, als wenn sie schon lange im Grabe gelegen hätten, und warum insonderheit alles, was eine rothe Farbe hat, braun wird. Denn durch Vermischung der rothen und und blauen entsteht eine braune Farbe. Weil ferner die blauen Strahlen keine so grosse Kraft haben, als die

rothen (§. 494): so ist eine blaue Flamme nicht so heiß als eine rothe. Und da in der weissen Farbe alle Strahlen zugleich vorhanden sind (§. 479.): so wird man gantz ordentlich auf den Schluß geleitet, daß die weisse Flamme die heftigste seyn müsse; welches auch die Erfahrung bestätigt.

§. 503. Wer die schönen Farben, welche durch das Prisma entstehen, betrachtet (§. 477.), den kan man leicht auf den Einfall bringen, daß es wohl eben so möglich sey, das Auge durch Abwechselung und Vermischung der sieben Farben, als das Ohr durch die sieben Tone zu vergnügen. Es solte mir Leid thun, wenn dieses ein blosser Einfall wäre. Denn ich habe in dem siebenden Tomo der von der Berlinischen Societät der Wissenschaften herausgegebenen Miscellaneorum eine Maschine beschrieben, dadurch man das Auge vermittelst der Vermischung dieser sieben Farben eben so, wie das Ohr durch die Vermischung und Abwechselung der sieben Tone in der Music ergötzen kan. Von dem Farbenclavecymbel.

§. 504. Die Erfahrung lehrt, daß sich kein Cörper entzündet, wenn er nicht fast den grösten Grad der Hitze erhalten hat, dessen er fähig ist. Man hat nur nöthig, sich alle Exempel vorzustellen: so wird man finden, daß ein geringerer Grad der Warme einen Cörper warm mache, ein grösserer aber denselben entzünde. Und man findet in der That, daß Welche Cörper glühend werden.

diejenigen Cörper, welche keines grossen Grades der Wärme fähig sind, auch niemahls glüend werden. Warum wird die Luft und das Wasser nicht glüend? Gewiß aus keiner andern Ursache, als weil diese Cörper wegen ihrer Leichtigkeit keinen grossen Grad der Wärme annehmen (§. 247. 248.), da wir doch sehen, daß andere Cörper, welche eine grössere Schwere besitzen, und daher das Feuer in grösserer Menge bey sich zu behalten geschickt sind, glüend werden.

Flamme verlöscht im luftleeren Raume.

§. 505. Wenn ein Cörper glüend wird, oder sich entzündet: so leuchtet er. Wenn ein Cörper leuchtet: so müssen Feuertheilgen von ihm in gerader Linie in das Auge würcken (§. 435.); die Erfahrung lehret daß hierzu bey einer groben Flamme die Luft bey einer subtilern aber eine andere subtile Materie erfordert werde. Doch muß diese flüßige Materie welche den glüenden Cörper umgiebt keinen grossen Grad der Wärme besitzen. Daher kan keine grobe Flamme ohne Luft erhalten werden, sondern wenn man ein angezündetes Licht unter den Recipienten setzt und die Luft herauspumpt: so bemerckt man, daß die Flamme ihre spitze Figur zu verändern und rund zu werden anfängt. Sie wird zugleich immer kleiner und verlöscht, nachdem die Luft nur ein wenig ausgepumpt ist. Eine Kohle, ein glüendes Eisen verlöschen, wenn man die Luft hinwegpumpet, ohnerachtet sie warm verblei-

bleiben, und sonderlich ein glüendes Eisen seine Wärme im luftleeren Raume länger als in der Luft behält. Es kan auch wohl nicht anders seyn. Denn diejenige flüßige Materie, welche den luftleeren Raum erfüllet ist viel subtiler als die Luft; gleichwie aber ein Cörper seine Wärme desto eher verlieret, je dichter die Materie ist, welche ihn umgiebet: so muß er hingegen dieselbe länger behalten, wenn er von einer subtilern Materie umgeben wird (§ 247.). Es ist aber zugleich klar, daß sich dieser Versuch besser mit zwey Stücken Eisen, welche gleiche Grösse und Dicke haben, und überdis gleich heiß sind, als mit dem warmen Wasser anstellen lasse. Denn weil im luftleeren Raume in dem Wasser viele Luftblasen in die Höhe steigen (§. 319.): so wird dadurch seine Oberfläche uneben und zugleich grösser gemacht. Verliert nun ein Cörper seine Wärme bald, wenn die Oberfläche groß ist: so ist es nicht zu verwundern, wenn bisweilen warmes Wasser im luftleeren Raume eher als in der freyen Luft erkältet wird (§. 279.).

Warum Wasser die Flamme verlöscht.

§. 506. Weil keine starcke Flamme ohne Luft seyn kan (§. 505.): so sieht man, was die Ursache sey, daß die Flamme durch das Wasser ausgelöscht wird. Es verhindert nemlich den Zufluß der Luft, welcher so nöthig ist, wenn eine starcke Flamme entstehen soll, daß auch so gar daß Schießpulver keine Flam-

me giebt, sondern blos zerschmelzt, wenn man es im luftleeren Raume mit einem Brennglase anzündet. Die Erde erstickt die Flamme aus einer gleichmäßigen Ursache. Doch ist nicht zu leugnen, daß das Wasser hierinnen vor der Erde einen grossen Vorzug habe. Denn weil dieses, als eine flüßige Materie von leichterer Art, in die Zwischenräumgen des Holtzes und anderer brennenden Materien hineindringt (§. 221.) so wird auf diese Weise die Anzahl der Berührungspuncte zwischen dem Wasser und den brennenden Cörper sehr groß. Da nun das Feuer desto stärcker in einen Cörper hineindringet, je mehr Berührungspuncte er ihm giebt (§. 244.): so ist klar, daß das Feuer aus dem entzündeten Cörper häufig heraus und in das Wasser herübergehen müsse. Und weil solchergestalt die Theilgen des brennenden Cörpers den höchsten Grad der Hitze verlieren; da ferner kein Cörper entzündet wird, wenn nicht seine Theile bey nahe den höchsten Grad der Hitze haben: so kan auch aus dieser Ursache die Flamme nicht fortdauren. Und dieses geht desto weniger an, da das Wasser selbst niemahls glüend werden und also die Flamme unterhalten kan (§. 504.).

Von der Flamme im luftleeren Raume.

§. 507. Ich sage mit Fleiß, es könne keine starcke Flamme ohne Luft seyn. Denn von einer subtilen hat dieses nicht statt. Es bezeugen diejenigen Cörper, welche durch Reiben

ben im Finstern ein Licht von sich g ben, das Gegentheil. Denn wenn man ein Barometer, darinnen das Queckſilber gantz rein iſt, im Finſtern auf und niederbewegt: ſo wird man über dem Queckſilber in dem luftleeren Raume eine blaue Flamme erblicken. Damit man nun aber das Queckſilber recht rein erhalte: ſo muß man es ſo lange über dem Feuer ſtehen laſſen bis es anfängt zu rauchen und die Luft durch die Wärme herausgehet. Hernach muß man es ſo ofte durch eine mit Saltz erfüllte Leinewand hindurchpreſſen, bis es das Saltz gar nicht mehr ſchwartz färbet. Wenn man mit dergleichen gereinigten Queckſilber eine gläſerne Kugel halb voll füllet, die übrige Luft durch die Wärme aus der Kugel herausjaget, und ſie ſo dann zuſchmeltzet, damit keine Luft wieder hineinkommen kan: ſo wird man eine blaue Flamme wahrnehmen, wenn man die gläſerne Kugel im Finſtern ſchüttelt, daß ſich das Queckſilber darinnen bewegt. Wenn man endlich die Luft aus einer gläſernen Kugel herauspumpet, und ſie vermittelſt einer Maſchine ſchnell herumdrehet: ſo wird man auch hier eine Flamme innerhalb der Kugel gewahr werden, ſo bald man ein Tuch an die gläſerne Kugel hält, daß ſie ſich daran reibet. Wie nun hieraus erhellet, daß das Glas eine blaue Flamme von ſich gebe, wenn es gerieben wird: ſo hat man wohl nicht zu zweifeln, daß das

Leuchten des Queckſilbers in dem Barometer von dem Reiben des Queckſilbers an der gläſernen Röhre entſpringe. Und da dieſe Flamme ſehr ſchwach iſt: ſo kan ſie auch in einem Raume, da keine Luft vorhanden iſt, beſtehen, denn dergleichen Raum iſt doch nicht gantz leer, ſondern es iſt immer darinnen noch eine andere ſubtile Materie anzutreffen. Die grobe Luft hingegen iſt in Anſehung einer ſo ſubtilen Flamme nicht anders, als das Waſſer in Abſicht auf eine ſtärckere Flamme zu betrachten. Gleichwie nun das Waſſer eine ſtärckere Flamme verlöſchet (§. 506.): eben ſo muß die grobe Luft dergleichen ſubtile Flammen vertilgen. Und daher zeigt ſie ſich entweder gar nicht oder ſehr ſchwach in einem ſolchen Orte, darinnen noch Luft anzutreffen iſt. Man reibe nur zwey gläſerne Röhren, dergleichen man zu Wettergläſern gebraucht, im Finſtern auf einander: ſo wird man bey der Bewegung ein blaues Licht wahrnehmen, dieſes Licht aber wird viel ſtärcker ſeyn, wenn man vorher die Luft aus den Röhren durch die Wärme herausjagt, und ſie ſodann an beyden Enden zugeſchmeltzt hat.

Flamme beſteht aus Funcken.

§. 508. Man wird nicht zweifeln, daß eine Flamme aus lauter irdiſchen Theilgen zuſammengeſetzt ſey, welche bey nahe den höchſten Grad der Hitze erreicht haben, deſſen ſie fähig ſind. Ein irdiſches Theilgen, das faſt

den

den grösten Grad der Hitze erreichet, wird glüend: und wir pflegen dergleichen kleine glüende Cörpergen Funcken zu nennen. Derowegen bestehet eine Flamme aus lauter Funcken. Man nehme semen lycopodii und streue ein wenig in das Licht: so wird ein jedes Stäubgen, indem es glüend wird, zu einem Funcken werden; wenn man es aber durch eine Röhre in das Licht hineinbläst, damit viele solche Funcken auf einmahl entstehen; so giebt es eine helle Flamme. Jederman ist bekannt, daß man Funcken hervorbringt, wenn man einen Stahl und Stein an einander schlägt. Daß aber diese Funcken nichts anders sind als kleine Stückgen Stahl und Stein, welche durch die heftige Bewegung glüend geworden sind (§. 248.), kan man wahrnehmen, wenn man Funcken auf ein weisses Pappier schlägt und sie durch ein Vergrösserungsglas betrachtet.

Woher die Flamme eine spitzige Figur bekömmt.

§. 509. Weil die Funcken nichts anders sind als irdische Theilgen, welche glüend geworden sind (§. 508.), und ein irdischer Cörper nicht von leichterer Art wird als die Luft, wenn er schon glüend ist; so können auch die Funcken nicht leichter seyn als die Luft. Da nun eine Flamme aus lauter Funcken zusammengesetzt ist (§. 508.): so ist auch die Flamme von schwererer Art als die Luft. Und solchergestalt ist weder die gerade Bewegung, noch auch die spitze Figur der Flamme ihrer

Leichtigkeit zuzuschreiben. Freylich solte eine Flamme, wie eine jede andere flüßige Materie, eine kugelrunde Gestalt annehmen (§. 194.). Wir müssen aber auch bedencken, daß die Luft, welche die Flamme umgiebt, von der Hitze beständig ausgedehnt werde (§. 263.). Wird sie nun aber ausgedehnt: so wird sie von leichterer Art, und steigt demnach, wie eine jede flüßige Materie von leichterer Art, in die Höhe (§. 183.). Es muß aber zugleich die untere Luft beständig in die Stelle derjenigen kommen, welche durch die Wärme hinweggejagt worden ist (§. 288.). Wenn sich nun solchergestalt die Luft, welche eine Flamme umgiebet, in einer beständigen Bewegung, von unten in die Höhe, befindet: so muß die Flamme dieser Bewegung folgen und also eine spitzige Figur annehmen. Daher wird die Flamme, ehe sie verlöschet, wenn man die Luft hinwegpumpet, rund. Und man hat eigene Oefen, in welchen die Flamme nicht über, sondern unter sich brennet, welches nimmermehr möglich wäre, wenn sie wegen ihrer Leichtigkeit in der Luft in die Höhe stiege. Man pflegt ihnen die Gestalt eines Posthorns zu geben, davon das weite Ende in die Stube, die enge Eröffnung aber in die Feuermauer hineingehet. Wenn man nun auf den in der weiten Eröffnung des Ofens befindlichen Rost ein Feuer anmachet: so dehnet sich die Luft in denen Röh-

ren

ren aus, und bewegt sich durch die enge Eröffnung in die Feuermauer. Weil aber die Luft aus der Stube beständig durch die weite Eröffnung in den Ofen hineingeht; so reißt sie in dieser ihrer Bewegung die Flamme mit sich fort, und macht, daß sie unter sich brennet. Ja man hat dergleichen künstliche Structur eines solchen Ofens nicht einmahl nöthig, sondern es erfolgt eben dasselbe, wenn man ihn aus zwey blechernen Röhren zusammensetzen läßt, davon die eine, in welcher das Feuer auf dem Roste brennet, weit und kurz, die andere aber lang und enge ist; weil in diesem Ofen die Flamme den Rauch beständig verfolget: so wird auch der gröste Theil des Rauches mit von der Flamme verzehrt. Man darf aber nicht glauben daß er gäntzlich verzehrt werde.

§. 510. Aus dem, was bisher von der Flamme dargethan worden, wird sich das Brennen der Lichter und Lampen gar leichte heurtheilen lassen. Zu jenen wird Talg, zu diesen aber Oehl erfodert, und beydes sind schwefelichte, das ist, solche Materien, welche den höchsten Grad der Hitze, dessen sie fähig sind, gar bald erhalten, und daher entzündet werden können. Der Tacht, welcher sehr locker ist, ist nicht anders anzusehen, als wenn er aus lauter Haarröhrgen bestünde, in welchen also das Oehl und der Talg, nachdem er geschmolzen ist, von selbst in die Höhe steiget

Von den Lampen.

steiget (§. 214). Weil aber nur wenig schwefelichte Theile in den Tacht hineinkommen: so können sie den höchsten Grad der Hitze leicht überkommen, sie können in Funcken verwandelt werden (§. 508.); und daher die Flamme unterhalten (§. 508). Warum verlöscht ein Licht, wenn man es umkehrt, als weil sodann der Zufluß des geschmolzenen Talgs so starck ist, daß die Flamme allen diesen Theilen den höchsten Grad der Hitze nicht mitzutheilen vermag?

Die Flamme ist desto gröſſer, je gröſſer die Oberfläche des erhitzten Cörpers ist.

§. 511. Wenn gleich alle Theile eines Cörpers vollkommen heiß sind: so können doch nur diejenigen glüend werden, welche sich an der freyen Luft befinden (§. 505.). Da nun nur diejenigen Theile zu Funcken werden, welche glüend sind (§. 508.): so ist die Anzahl der Funcken, die aus einem vollkommen heissen Cörper herausgehen, desto gröſſer, je gröſſer die Anzahl der Berührungspuncte zwischen ihm und der Luft ist. Nun berührt ein Cörper die Luft in desto mehreren Puncten, je gröſſer seine Oberfläche ist. Derowegen können desto mehrere Theile eines vollkommen heissen Cörpers zu Funcken werden, je gröſſere Oberfläche er hat. Je mehrere Theile eines Cörpers zu Funcken werden, desto gröſſer ist die Flamme, welche daraus entsteht (§. 508.). Derowegen giebt ein vollkommen heisser Cörper eine desto gröſſere Flamme, je gröſſer seine Oberfläche ist. Wenn man

man Brandewein in ein Gefässe gießt, ihn anzündet und so lange brennen läßt, bis das Gefässe davon warm wird: so ist man versichert, daß die meisten Theile des Brandteweins den grössten Grad der Hitze erhalten haben, dessen sie fähig sind. Wenn man alsdenn durch eine Röhre in den Brandtewein hineinbläset: so wird man wahrnehmen, daß die Flamme viel grösser wird als sie vorher gewesen. Denn indem die Luftblasen in dem Brandteweine in die Höhe steigen: so wird seine Oberfläche grösser gemacht (§. 364.), und dieses ist eben die Ursache, warum auch die Flamme grösser wird. Eine gleiche Bewandniß hat es mit der heissen Butter, wenn sie sich entzündet. Denn wenn man sodann Wasser hineingießt: so wird die Flamme auf einmahl sehr groß; und dieses aus keiner andern Ursache, als weil sich die in dem Wasser befindliche Luft durch die Wärme ausdehnet (§. 263.), und indem sie unter der Gestalt der Blasen durch die heisse Butter in die Höhe steigt, die Oberfläche der Butter uneben und zugleich grösser macht. Endlich, so sieht man hieraus, warum ein Licht, welches einen dicken Tacht hat, eine grosse, und wenn der Tacht dünne ist eine kleine Flamme giebt: denn im ersten Falle ist die Oberfläche des Tachts groß, und im andern ist sie klein.

§. 512.

Digitized by Google

Von den unverbrennlichen Lampen.

§. 512. Was soll man aber aus den Lampen machen, welche man bisweilen in den alten Gräbern angetroffen hat, und die eine so lange Zeit gebrannt haben, ohne daß man sich um sie bekümmert hat? Hat es mit dieser Sache seine Richtigkeit: so muß man gestehen, daß sie unter die Künste gehöret, die durch die Zeit verloren gegangen sind. Der Tacht einer solchen unverbrennlichen Lampe liesse sich noch wohl verfertigen. Man machte ihn aus Asbest, welches eine Materie ist, die nicht verbrennt, und sich doch, wenn man sie schabt, als ein Tacht gebrauchen läß. Allein, wo wollte man das Oehl darzu hernehmen? Man findet an verschiedenen Orten des Erdbodens eine öhlichte Materie, die sich entzünden läßt; wer weiß ob man nicht dergleichen vormahls durch unterirdische Gänge zu den Lampen in die Gräber geleitet hat? Ich gebe die gantze Sache für keine ausgemachte Warheit aus. Nein ich weis wohl daß es denen Lügen ein grosser Vortheil ist wenn sie sehr alt sind. Ich weiß aber auch daß man nicht berechtiget sey etwas für unmöglich zu halten, weil man nicht begreift wie es damit zugehet.

Von dem Rauche.

§. 513. Wenn die irdischen Theilgen, daraus die Flamme besteht, ihren grösten Grad der Hitze verlieren: so machen sie den Rauch aus. Der Ruß, welcher von dem Rauche entsteht, ist allein hinreichend, darzuthun, daß

daß der Rauch aus irdischen Theilgen zusammengesetzt sey. Da nun also der Rauch die Materie ist, welcher weiter nichts fehlt, als eine grössere Menge Feuertheilgen, wenn daraus eine Flamme entstehen soll: so wird es uns nicht befremden, wenn sich der Rauch von einem ausgelöschten Wachsstocke entzündet, indem er in die Flamme des Lichts hineingehet und von derselben mehreres Feuer bekömmt. Weil ferner der Rauch aus irdischen Theilgen besteht, welche durch die Wärme starck ausgedehnt sind: so hat er viele Zwischenräumgen, er verschluckt demnach die Lichtstrahlen. Und hieraus ist klar, warum der Rauch schwartz aussiehet (§. 494.).

Das 12. Capitel,

Von den Lufterscheinungen.

§. 514.

Der Wind entsteht durch die Bewegung der Luft. Wenn nun keine Bewegung in einer flüßigen Materie entstehen kan, ohne daß das Gleichgewicht der in derselben einander entgegengesetzten Kräfte aufgehoben wird (§. 27.): so entsteht ein Wind, so bald der wagerechte Stand der Luft aufgehoben wird. Wenn der wagerechte Stand in der Luft gehoben werden soll: so muß die Luft an dem einen Orte stärcker Von dem Winde.

cker drücken, als an dem andern. Wenn die Luft an einem Orte stärcker drückt als am andern: so hat diejenige, welche am stärcksten drückt, die gröste Elasticität (§. 285.). Solchergestalt ist die Luft, in Ansehung ihrer Elasticität, verschieden, wenn ein Wind entsteht. Und da die Bewegung allemahl nach der Direction der stärckern Kraft erfolgt (§. 28.): so bläset der Wind jederzeit aus dem Orte, da die Luft die gröste Elasticität hat. In dem Blasebalge wird die Luft zusammengedrückt, und es entsteht ein Wind, weil durch das Zusammendrücken ihre Elasticität vermehrt wird (§. 309.). Wenn man die Luft aus einem Gefässe herauspumpet und den Hahn eröffnet: so wird ein Wind hervorgebracht, weil die äussere Luft elastischer ist, als die, welche durch Auspumpen verdünnet worden. Und es ist unnöthig, eine ohndem klare Sache mit mehrern Erfahrungen zu bestätigen.

Besondre Ursachen der Winde.

§. 515. So gewiß es ist, daß alle Winde von dem aufgehobenen wagerechten Stande der Luft ihren Ursprung haben (§. 514.): so schwer ist es, die besondern Ursachen anzuzeigen, um welcher willen in der Natur ein Wind entsteht. So viel ist ausgemacht, daß die Dünste dazu nicht wenig beytragen. Denn weil die Dünste von der Luft getragen werden: so ist eine Luft, die mit vielen Dünsten angefüllet ist, schwerer als eine andere, die

die dergleichen nicht hat; ist sie schwerer: so ist sie auch elastischer. Und so bläset ein Wind aus der Gegend, da sich die vielen Dünste befinden (§. 288.).

§. 516. Die Alten haben dieses eingesehen, wenn sie den Ursprung aller Winde von den Dünsten herleiten, und behaupten wolten, daß sich das Wasser in Luft verwandelte. Sie suchten dieses vornemlich durch die Dampfkugel zu erweisen, welches eine kupferne Kugel ist, an welcher sich eine Röhre befindet, die forne eine enge Eröffnung hat. Wenn man eine solche Dampfkugel zum Theil mit Wasser erfüllet, und auf glüende Kohlen legt: so bewegen sich die Dünste ganz ungestüm zu der engen Eröffnung der Röhre heraus, und verursachen einen Wind, welcher nahe an der Eröffnung der Röhre warm, weiter davon aber kalt ist. Daß nun dieser Wind nicht deswegen entstehe, weil das Wasser in Luft verwandelt werde, kan man zeigen, wenn man den Dampf mit einem Glase auffängt. Denn wenn der Dampf auf diese Weise wieder gesammlet wird: so fließt er in Tropfen zusammen, und man sieht alsdenn, daß er nichts anders als Wasser gewesen. Was ist es aber auch nöthig, eine solche Verwandelung des Wassers in Luft zu behaupten, da man in der durch die aufsteigenden Dünste und Hitze vermehrten Elasticität der Luft (§. 307.), eine viel natürlichere Ursache des Von der Dampfkugel.

Windes, welcher aus der Dampfkugel herausfähret, antrift (§. 514.). Denn es ist unglaublich was die erhitzten wässerigen Dünste für eine Gewalt haben. Müschenbroeck hat gefunden daß sie zehn mahl grösser als die Kraft des Schießpulvers sey; und ich habe ein Stückgen Bley das die Röhre der auf das Feuer gelegten Dampfkugel verstopfte mit einer solchen Gewalt in ein Bret hineinfahren sehen als wenn es aus einer Flinte geschossen worden wäre.

Experiment mit der Dampfkugel.

§. 517. Der Wind der Dampfkugel bläset, wie ein jeder anderer, glüende Kohlen an, weil er die Feuertheilgen, welche sonst hinweggegangen seyn würden, wieder gegen die Kohlen zurücktreibet und in heftigere Bewegung setzt. Wenn man Campher im Spiritu Vini auflöset, mit demselben die Dampfkugel erfüllet, und sie auf glüende Kohlen legt: so fährt ein Dampf heraus, welcher sich, so bald man ein brennendes Licht daran hält, entzündet, und mit einem starcken Geräusche durch die Luft hindurchfähret, welches Geräusche von der gewaltsamen Ausdehnung der Luft durch die Hitze der Flamme entstehet (§ 327.). Aus diesem Experimente erhellet also, daß sich der Campher auch alsdenn, wenn er schon in Dünste verwandelt ist, entzünden lasse.

Unterschied der Winde.

§. 518. Die Winde werden nach den vier Weltgegenden abgetheilt, und sind verschieden

den nach Beschaffenheit der Oerter, von welchen sie herkommen. Winde, die aus warmen Gegenden wehen, sind warm; kommen sie aus kalten Ländern: so sind sie kalt; und wenn sie über feuchte Oerter, als über die See, hinweggehen: so sind sie feuchte. Daher kommt es eben, daß sie in die Gesundheit der Menschen einen so grossen Einfluß haben. Unter allen aber ist ein kalter und feuchter Wind am schädlichsten; denn die Feuchtigkeit macht die Fäsergen des menschlichen Cörpers schlapp und zu der Bewegung ungeschickt, und die Kälte zieht die Schweißlöcher der Haut zu. Beydes aber ist so beschaffen, daß dadurch die zu der Gesundheit nöthigen Bewegungen in Unordnung gerathen.

Warum der Wind kalt machet.

§. 519. Man bildet sich immer ein, daß der Wind die Cörper erkälte. Wenn man dieses von solchen Cörpern versteht, welche wärmer sind als die Luft: so hat es seine Richtigkeit. Daher erkältet der Wind den menschlichen Cörper. Denn dieser pflegt ordentlicherweise wärmer zu seyn als die Luft, und ist daher mit einer Atmosphäre umgeben, welche mit den warmen Ausdünstungen, die aus den Schweißlöchern herausgehen, erfüllet ist. Weil nun durch den Wind diese warme Atmosphäre beständig hinweggejaget wird: so wird man dadurch erkältet. Wolte man aber behaupten, daß der Wind alle

Cörper überhaupt, und also auch diejenigen erkältete, welche nicht wärmer sind als die Luft: so würde man sich betrügen. Denn wenn man mit dem Blasebalge gegen ein Thermometer bläset, welches an der freyen Luft stehet: so wird man wahrnehmen, daß der Spiritus darinnen weder steigt noch fällt. Wäre nun aber das Thermometer durch den Wind erkältet worden: so hätte der Spiritus herunterfallen müssen. Und warum sollte der Wind auch einen Cörper erkälten, welcher mit der Luft einerley Grad der Wärme hat, da er nichts anders ist als eine bewegte Luft? Denn Luft und Wind sind nicht anders, als ein Teich und ein Strohm von einander unterschieden.

Wie durch die Wärme ein Wind entstehet.

§. 520. Wenn die Luft an einem Orte sehr erhitzt wird: so dehnt sie sich aus (§. 263.). Da sie nun solchergestalt dünner wird, als sie vorher gewesen: so wird ihre Elasticität, nachdem sie wieder kalt geworden, geschwächet (§. 309.). Wird die Elasticität der Luft an einem Orte geschwächet: so ist der Druck der umstehenden Luft grösser als der Druck der verdünneten Luft. Ist aber der Druck der Luft an einem Orte stärcker, als am andern: so erfolgt eine Bewegung der Luft (§. 28.); und also entsteht ein Wind, welcher gegen den Ort hinbläset, da die Luft durch die Wärme verdünnet worden ist (§. 514.). Dieses ist die Ursache des Windes bey denen

Zug-

Zugöfen. Und aus eben dem Grunde pfleget sich fast immer bey einer grossen Feuersbrunst ein Wind zu befinden. Da man ferner nicht leugnen kan, daß es die Sonne öfters an einem Orte des Erdbodens wärmer macht als an dem andern, weil die Wolcken verhindern, daß sie die Luft nicht allenthalben mit gleicher Kraft erleuchtet: so ist gar kein Zweifel, daß nicht auch dieses eine oftmahlige Ursache der Winde seyn sollte. Gleichwie aber auf die beschriebene Art zufälliger Weise ein Wind entstehet: so ist solches zugleich die Ursache des beständigen Windes, welcher unter der Linie und zwischen den beyden Tropicis, das gantze Jahr hindurch wehet. Denn da sich die Sonne innerhalb 24 Stunden um den Erdboden bewegt, es mag dieses nun von dem Laufe der Sonne oder von dem Umdrehen des Erdbodens herrühren: so dehnt sie durch ihre Hitze die Luft in dem heissen Erdstriche aus (§. 263.), und da solchergestalt der wagerechte Stand der Luft beständig aufgehoben wird: so muß ein Wind daselbst entstehen, welcher sich eben so, wie die Sonne, das ist von Morgen gegen Abend fortbewegt. Und weil die Sonne ihre Würckung des Tages verrichtet: so kan der beständige Wind zwischen den beyden Wendecirculn des Nachts nicht so mercklich seyn als bey Tage; welches auch mit der Erfahrung der Schiffer übereinstimmet. Weil sich fer-

ner die Sonne in der Ecliptick beweget: so muß auch der Wind zwischen den Wendecirculn zu verschiedenen Jahreszeiten aus verschiedenen Gegenden blasen, wie solches Halley und Dampier auf ihren Reisen wahrgenommen. Und dieses ist eben die Ursache, warum man den beständigen Wind zwischen den Wendecirculn nicht von dem Umdrehen des Erdbodens um seine Axe herleiten kan. Würde nicht der Wind immer recht von Osten nach Westen blasen müssen, wenn er blos daher entstünde, weil sich die Erde herumdrehete? Ich geschweige, daß man auch auf allen hohen Bergen einen beständigen Ostwind haben müßte, weil auch daselbst die Bewegung der Erde schneller ist als an den übrigen Orten. Und endlich so würde der Wind zwischen den Wendecirculn viel heftiger seyn als er ist, weil die Luft daselbst durch das beständig fortdauernde Umdrehen des Erdbodens eine beschleunigte Bewegung bekommen würde (§. 17.), welche sich nach so vielen Jahren, da sich die Erde immer herumdrehen müssen, gar sehr würde vermehrt haben.

Warum die Winde im Frühlinge so häufig sind.

§. 521. Die Dünste sind, nebst der Abwechselung der Wärme und Kälte, eine Ursache der Winde (§. 515. 520.). Da nun im Frühlinge Wärme und Kälte schnell abwechseln und die Luft mit vielen Dünsten erfüllet wird: so sieht man die Ursache, warum zu die-

dieser Jahrszeit mehrere und heftige Winde als sonst zu wehen pflegen.

§. 522. Alle Welt weiß, daß der Wind eher Staub und Sand als grosse Steine fortführen könne. Ein mittelmäßiger Wind treibt einen Cubicschuh Sand fort, da er noch einen Sandstein, der nicht einmahl einen Cubicschuh groß, und also auch nicht so schwer ist, im geringsten nicht zu bewegen vermag. Man bekümmert sich sehr wenig um die Ursache hiervon, da es eine Sache ist, welche man täglich wahrnimmt. Gleichwohl sind öfters die Ursachen der gewöhnlichsten Begebenheiten in der Natur, die verborgensten. Was die gegenwärtige betrift, so ist sie nicht von dieser Art. Denn es läßt sich aus der Theilung der Materie begreiffen, warum der Wind eher einen Hauffen kleiner Cörper, als einen grossen bewegen könne. Je mehr ein Cörper zertheilt wird, desto grösser wird seine Oberfläche (§. 277.). Je grösser die Oberfläche eines Cörpers ist, in desto mehrern Puncten berührt er die Luft. Je grösser die Anzahl der Berührungspuncte zwischen einem Cörper und der Luft ist, in desto mehreren Puncten kan die Luft an ihn anstossen. Wenn aber viele bewegte Luft an einen Cörper anstößt: so ist ihre Würckung allemahl grösser, als wenn nur wenige angestossen hätte. Derowegen muß die bewegte Luft allemahl stärcker in einen Cörper wircken, wenn er in ei-

Warum der Wind kleine Cörper eher als grosse bewegt.

nen Staub verwandelt, als wenn er noch ganz ist. Es muß folglich der Wind eher einen Cubicschuh Sand als einen Sandstein, der dieselbige Grösse und Schwere hat, fortzuführen vermögend seyn. Dieses ist ja eben die Ursache, warum der Wind gegen ein Schiffseegel eine solche Gewalt äussert, weil die Oberfläche des Seegels so groß ist.

Unterschied der oberen und unteren Winde.

§ 523. Daß in der obern Gegend der Luft Winde seyn können, da in der untersten Luftgegend entweder gar kein Wind, oder doch aus einer gantz andern Gegend bemerckt wird, erhellet daraus, daß sich die Wolcken auch bey stillem Wetter geschwind bewegen, und daß diejenigen, welche höher stehen, sich öfters nach einer gantz andern Gegend als die tiefferen bewegen.

Von dem Nebel.

§. 524. Wenn die untere Gegend der Luft mit so vielen wässerigen Dünsten erfüllet ist, daß sie davon undurchsichtig wird: so nennt man solches einen Nebel. Daß aber dergleichen Dünste die Luft undurchsichtig machen, ist dem gemäß, was oben (§. 469.), von der Undurchsichtigkeit der Cörper erwiesen worden, daß sie nemlich entstehe, wenn die Zwischenräumgen eines Cörpers mit einer Materie erfüllet sind, die von ihm in Ansehung ihrer Dichtigkeit mercklich unterschieden ist. Denn man wird nicht zweifeln, daß die wässerigen Dünste dichter sind als die Luft (§. 368.). Daß endlich der Nebel aus wässerigen

gen Dünsten entstehe, sieht man gar deutlich, wenn er zu Boden fällt. Denn wenn dieses häufig geschiehet: so wird der Erdboden davon, als von einem kleinen Regen befeuchtet. Weil nun reines Wasser keinen Geruch hat so kan auch der Nebel, wenn er blos aus wässerigen Dünsten bestehet, weder einen Geruch noch andere schädliche Eigenschaften besitzen. Doch findet man bisweilen Nebel, welche starck nach Schwefel stincken, und die gefährlichsten Kranckheiten nach sich ziehen. In diesem Falle müssen sich also noch andere als wässerige Ausdünstungen in der Luft aufhalten.

§. 525. Man nimmt gewöhnlich den Nebel mehr des Winters als im Sommer wahr. Denn, weil des Winters der Erdboden sehr kalt ist, und sich die Dünste immer gegen den kältern Ort bewegen (§. 369.): so halten sie sich alsdenn leichter in der untersten Gegend der Luft auf, da sie hingegen des Sommers weiter in der Luft in die Höhe steigen. Aus eben dieser Ursache nimmt man ihn vornemlich des Morgens und des Abends wahr. Denn, weil die Sonne des Morgens unsern Luftkreiß eher erreichet als den Erdboden; so erwärmet sie die Dünste in der obern Gegend der Luft, welche sich sodann gegen den Erdboden, als den kältern Ort, bewegen (§. 369.); da sie entweder einander berühren, in kleine Tropfen zusammenfliessen

Wenn man den Nebel wahrnimmt.

und zu Boden fallen, oder aber auch wieder in der Luft in die Höhe steigen, nachdem der Erdboden durch die Sonnenstrahlen erwärmet worden. Des Abends entsteht der Nebel aus derselbigen Ursache. Denn die Sonne erleuchtet und erwärmet auch wenn sie untergehet die Dünste in dem obersten Theile der Luft, da ihre Strahlen die unterste Luftgegend nicht mehr erreichen können.

Von den Wolcken.

§. 526 Wenn die wässerigen Dünste höher in der Luft hinaufsteigen: so bekommen sie den Nahmen der Wolcken, und es sind demnach die Wolcken und der Nebel nur in Ansehung des Ortes, da sie sich befinden, von einander unterschieden. Alle diejenigen, welche auf hohe Berge gestiegen, deren Spitzen bis über die Wolcken erhaben sind, bezeugen dieses, daß sie sich in einem dicken Nebel befunden haben, so oft sie in eine Wolcke gekommen sind Denn wir haben viele Berge, welche höher sind als die Wolcken, und man siehet daselbst öfters die Wolcken unter seinen Füssen schweben, obgleich immer eine höher stehet als die andere, welches ihrer verschiedenen Schwere zuzuschreiben ist. Denn man wird wohl nicht zweifeln, daß eine Wolcke desto tieffer stehe, je schwerer sie ist. Man hat sich bemühet, die Höhe der Wolcken zu bestimmen, und gefunden, daß einige kaum $\frac{1}{4}$ Meile von der Erde entfernet sind.

Farben

§. 527. Warum sehen aber die Wolcken

von

von weiten so weiß und gläntzend, wie feste Cörper aus? Nimmermehr würde man sie für einen Nebel halten, wenn man solches nicht aus der Erfahrung hätte, und wenn nicht die beständige Veränderung ihrer Figur bezeugte, daß sie keine feste Cörper seyn könten. Dieses ihr Gläntzen ist blos ihrer Entfernung, und daß man sie mit zurückgeworfenen Strahlen siehet, zuzuschreiben (§. 479.). Da sie aber ferner dichtere Cörper sind als die Luft: so brechen sie die Sonnenstrahlen (§. 443.), und weil sich das Licht durch die Refraction in Farben verwandelt (§. 477.): so sehen wir, woher die schönen Farben der Wolcken ihren Ursprung haben; und es ist kein Wunder, daß man die rothe Farbe bey ihnen am öftersten wahrnimmt, da diese die lebhafteste ist (§. 484.), wiewohl sie auch öfters aelb und blau aussehen, ja man hat auf der See so gar grüne Wolcken wahrgenommen. der Wolcken.

§. 528. Die Wolcken haben keine geringe Schwere, welches man aus dem vielen Regen, den bisweilen eine einzige Wolcke giebt, schliessen kan. Wenn man den Ueberschlag machet: so zeiget sich, daß dergleichen Regenwolcke nicht selten ein Gewicht von 10666666 Pfunden habe. Es scheinet demnach gantz was ausserordentliches zu seyn, daß dergleichen Gewichte in der Luft erhalten werden kan. Allein, vors erste nimmt die Wolcke Schwere der Wolcken.

cke einen sehr grossen Raum in der Luft ein, und ein jedes Theilgen derselben verliert darinnen so viel von seiner Schwere, als die Luft wiegt, welche es aus der Stelle treibt (§. 296): vors andere, so würde dieses nur alsdenn etwas seltsames seyn, wenn die untere Luft jemahls gantz rein und ohne alle Dünste wäre, daß sich aber immer in der untersten Gegend der Luft viele Dünste befinden, ist gantz ausser Zweifel. Denn man betrachte auch an den heitersten Tagen den Horizont: so wird die Luft daselbst weiß aussehen. Ein Cörper, welcher weiß aussehen soll, muß alle Arten der Strahlen reflectiren (§ 479.). Es muß sich demnach ein Cörper in der Luft befinden, welcher die Strahlen häufig zurückewirft; und was wolte dieses anders seyn, als Dünste, welche die Luft erfüllen? Daß man aber die Dünste, welche uns umgeben, nicht wahrnehmen kan, kömmt daher, weil sie so klein sind, daß sie wegen der vielen zwischen ihnen hindurchgehenden Lichtstrahlen nicht können gesehen werden wenn sie nicht entweder sehr häufig beysammen sind wie z. E. bey einer Tasse mit warmen Caffee, da auch noch die dunckle Farbe des Caffees etwas darzu beyträgt daß man die Dünste deutlicher wahrnehmen kan; oder wenn man den Zufluß des fremden Lichtes verhindert, welches geschichet wenn man sie in einer finstern Stube nur mit einen Sonnenstrahle erleuchtet. Haben wir

nicht

nicht an dem zarten Staube welcher beständig in der Luft herumflieget eine offenbare Probe davon? Diesen Staub kan man gantz deutlich sehen, wenn nur einige Sonnenstrahlen in die Stube kommen, man sieht ihn aber nicht wenn die gantze Stube mit dem Sonnenlichte erfüllt ist. Das macht die stärckere Empfindung unterdrückt die schwächere. Wenn nun die Dünste sichtbar werden wenn sie würcklich dichte beysammen sind: so ist es nicht zu verwundern, daß man sie auch sehen kan, wenn sie nur nahe bey einander zu stehen scheinen. Sie scheinen aber nahe bey einander zu stehen, wenn sie weit von dem Auge entfernet sind. Denn in diesem Falle sieht man ihre Entfernung von einander unter einem spitzigen Winckel (§. 452.). Da nun überdis die untere Luft dichter ist als die obere (§. 287.): so darf es uns gar nicht befremden, wenn eine dünnere Luft, die mit vielen Dünsten erfüllet ist, auf einer dichteren, in welcher sich ebenfals Dünste befinden, ruhet. Es kommt auf diese Weise alles wieder in das Gleichgewicht, und wird auf der eine Seite ersetzt, was auf der andern verlohren geht.

§. 529. Daß der Regen eine Menge Wassertropfen sey, welche in der Luft zu Boden fallen, brauche ich nicht zu erweisen, und man wird auch wohl nicht zweifeln, daß er seinen Ursprung aus den Wolcken habe. Denn, weil

Von dem Regen.

weil die Wolcken aus wässerigen Dünsten bestehen: so fliessen sie in Tropfen zusammen, so bald sie einander berühren, welche wegen ihrer Schwere in der Luft zu Boden fallen.

Von dem Wolckenbruche.

§. 530. Alles dasjenige, was da verursachen kan, daß die Dünste, welche eine Wolcke ausmachen, einander berühren, das ist auch hinreichend, einen Regen hervorzubringen (§. 529.). Es kan aber die Berührung der Dünste, welche die Wolcke ausmachen, durch verschiedene Mittel erhalten werden. Es kan der Wind die Wolcke dergestalt zusammentreiben, daß die Dünste einander berühren und sich in Tropfen verwandeln. Und dieses ist die Ursache, warum bey dem Ungewitter nach einen heftigen Sturme gemeiniglich ein starcker Regen zu erfolgen pflegt, ja dieses ist ein Mittel, dadurch die allergröste Wolcke in grosser Geschwindigkeit in Regentropfen verwandelt werden kan. Fällt nun eine solche Last Wasser in kurtzer Zeit herab: so nennt man solches einen Wolckenbruch, und daher sieht man, warum sich in bergichten Gegenden, da der Wind die Wolcken gegen die Berge treiben kan, die Wolckenbrüche häufiger, als auf dem platten Lande ereigenen. Wie ein starcker Wirbelwind vermögend sey eine grosse Last Wasser aus der See in die Höhe zu heben und sie hernach in einen Regen zu verwandeln hat mein

Freund

Freund und bisheriger fleißiger und geschickter Zuhörer in der Physick und Mathematick der Herr Kratzenstein in seiner Abhandlung von den Dünsten, die den Preiß von der Academie zu Bourdeaux erhalten, gantz artig gezeigt.

§. 531. Es giebt aber noch andere Ursachen, welche die Dünste in einer Wolcke dergestalt vereinigen, daß sie in Regentropffen zusammenfliessen. Es kan solches durch die von der Erde aufsteigende Dünste geschehen. Denn weil die Wolcke verhindert, daß die Sonne einen gewissen Fleck der Erde nicht bescheinen kan: so ist es da, wo die Wolcke stehet, immer kälter als an den übrigen Orten. Da sich nun die Dünste gegen den kältern Ort bewegen (§. 369.): so kommen immer mehrere Dünste noch zu denen, welche schon die Wolcke ausmachen, hinzu. Und man wird nicht zweifeln, daß ein Regen erfolge, wenn sich die Dünste in einer Wolcke sehr häuffen. Ist die Wolcke sehr dicke; so kan die Vereinigung der Dünste selbst durch die Sonnenstrahlen befördert werden. Denn wenn die Wolcke oben von der Sonne beschienen wird: so werden die Dünste daselbst erwärmet. Sie bewegen sich demnach gegen den kältern Ort und folglich herunter gegen die Mitte der Wolcke (§. 369.). Da sie nun daselbst andere Dünste antreffen, welche sie berühren und mit ihnen in Tropfen zusammen, Ursachen des Regens.

men,

menfliessen: so kan auch aus dieser Ursache ein Regen erfolgen.

Von der Grösse der Regentropfen.

§. 532. Wenn der Regen aus einer kleinen Höhe herunterfällt: so können sich nur wenige Dünste mit einander vereinigen, und alsdenn sind die Tropfen klein. Fällt er aber aus einer grössern Höhe herab: so werden die Tropfen groß. Und da die Wassertropfen desto grösser werden, je zäher dasselbe ist (§. 146. 193.), so sind bisweilen die Regentropfen von ausserordentlicher Grösse. Es erhält aber das Wasser ein grosse Zähigkeit, wenn sich schwefelichte Dünste damit vermischen, welche die Anzahl der Berührungspuncte, und mit derselben das Zusammenhängen der Wassertheilgen vermehren (§ 189.). Da es nun ausser Zweifel ist, daß sich zur Zeit des Ungewitters schwefelichte Dünste in der Luft befinden, von welchen der Bliß seinen Ursprung erhält: so sehen wir, warum meistentheils zur Zeit des Ungewitters grosse Regentropfen herunterfallen.

Wenn die Sonne Wasser ziehet. Fig. 96.

§. 533. Aus dem, was von dem Aufsteigen der Dünste gegen die Wolcken gesagt worden (§. 531.), wird man urtheilen können, wie es zugehe, daß, wie man zu sagen pflegt, die Sonne Wasser zieht. Man wird finden, daß dieses niemahls geschiehet, als wenn sich einige Wolcken um die Sonne befinden, welche so gestellet sind, daß sie die Sonne verdecken. Es sey S die Sonne, A eine Wolcke

cke, welche die Sonne bedeckt, B und C aber zwey andere Wolcken, welche so gestellet sind, daß die aus dem Auge D gezogenen Linien DEF und DGH an der Wolcke A vorbeystreichen, und zugleich die andern beyden B und C berühren: so wird es das Ansehen haben, als giengen die Wolcken BAC in einem fort, da sie doch von einander entfernet sind, und also die Sonne zwischen ihnen hindurchscheinen kan. Da nun von der Erde Dünste gegen die Wolcken in die Höhe steigen (§. 531.): so werden dieselbe von denen zwischen der Sonne hindurchfallenden Sonnenstrahlen erleuchtet. Und da sie diese Strahlen in das Auge des Zuschauers reflectiren: so bekömmt man die von der Erde aufsteigende Dünste zu sehen, indem das Auge, welches sich in dem Schatten der Wolcke A befindet, durch den Glantz der Sonne nicht geblendet wird. Solchergestalt bekömmt es das Ansehen, als wenn lauter weisse Streiffen an dem Himmel befindlich wären, welche sich in der Sonne, als in ihrem Mittelpuncte vereinigten; es müssen aber die Streiffen unten breiter als oben erscheinen. Denn ohnerachtet die Sonnenstrahlen parallel zwischen denen Wolcken hindurchgehen, und also der erleuchtete Streiffen an dem Himmel allenthalben von gleicher Breite ist; so ist doch der unterste Theil desselben, welcher den Erdboden berühret, dem Auge des Zu-

schauers näher als der andere Theil, welcher an den Wolcken anzutreffen ist. Und es ist bekannt, daß eine Sache desto grösser erscheine, je näher sie dem Auge ist (§. 452.).

Von dem Gefrieren der Fenster.

§. 534. Wenn die Luft in der Stube etwas warm, auf der Strasse aber sehr kalt ist: so bewegen sich die wässerigen Dünste gegen die Fenster, als den kältesten Ort (§. 39.). Und hängen sich an das Glas an. Die Feuertheilgen dringen durch das Glas hindurch in die kalte Luft (§. 245.). Ist nun diese sehr kalt: so verlieren die Dünste ihre Flüßigkeit, welche sie von dem Feuer hatten (§. 370.), und auf diese Weise geschiehet es, daß die Fenster bey grosser Kälte von innen gefrieren.

Wenn die Kälte an den Gebäuden ausschläget.

§. 535. Wenn nach einer grossen Kälte auf einmahl wärmeres Wetter einfällt: so bemerckt man, daß die Gebäude von aussen gantz und gar mit gefrornen Dünsten überzogen werden, und man sagt so dann, daß die Kälte ausgeschlagen sey. Es fragt sich billig, wie dieses zugehe? und es wird nicht schwer fallen, die Ursache zu finden, da diese Begebenheit mit dem Gefrieren der Fenster die gröste Aehnlichkeit hat. Denn wenn die Steine, daraus die Gebäude bestehen, sehr kalt sind, und die Luft anfängt warm zu werden: so bewegen sich die wässerigen Dünste gegen die kalten Steine (§. 369.). Sie hängen sich an dieselbe an; sie verlieren aber zugleich

gleich ihre Wärme, indem die Feuertheilgen in die kalten Steine hineindringen (§. 245.). Und solchergestalt werden die Häuser von aussen mit gefrorenen Dünsten überzogen. Dieses ist in den nordischen Ländern etwas gewöhnliches. Bey uns aber hat man es sonderlich in dem kalten Winter des Jahres 1740 wahrgenommen.

Von dem Reiffe.

§. 536. Durch den Reiff verstehet man ebenfals nichts anders, als einen Hauffen gefrorener Dünste. Er entsteht, wenn des Winters ein Nebel oder Thau, welcher aus wässerigen Dünsten bestehet, gefrieret. Und der Bart und die Haare werden nicht selten mit einem Reiffe bedeckt, wenn die Kälte so groß ist daß die Ausdünstungen, welche aus den Munde und aus der Nase herausgehen, gefrieren.

Von dem Schnee.

§. 537. Gefrieren die Dünste, welche eine Wolcke ausmachen in einer kalten Gegend der Luft: so kommen sie in der kalten Luft, welche dichter ist, näher an einander (§. 255.): sie berühren einander, und weil dadurch ihre Schwere vermehrt wird: so fallen sie in der Luft zu Boden. Der Schnee hat bisweilen eine so künstliche Figur, daß es auch dem geschicktesten Mahler schwer fället ihn nach seiner wahren Beschaffenheit abzuzeichnen. Die Figur stellt einige solche Figuren vor, doch kan ich eben nicht versichern, daß dieses die schönsten viel weniger daß sie es alle seyn sollten. Tab. XIII.

ten. Nein, man findet hier eine unendliche Mannigfaltigkeit, doch aber kommen alle Schneefiguren darinn mit einander überein daß sie sechs Ecken haben, daß diese sechs Theile einander vollkommen ähnlich, und alle um den Mittelpunct befindliche Winckel gleich groß sind. Es ist wahr, daß man bisweilen einige mit mehrern Ecken wahrnimmt, aber man findet auch bey genauerer Betrachtung derselben, daß dieses nicht eine eintzige sondern zwey oder mehrere Schneefiguren sind, die sich an einander gehängt haben. Ja öfters ist auch von dergleichen Schneefigur etwas abgebrochen, niemals lassen sie sich besser wahrnehmen, als wenn es bey einer grossen Kälte schneyet, weil sie alsdenn einzeln in der Luft herunterfallen. Hingegen wenn die Luft etwas wärmer ist, und sie dadurch weicher gemacht werden, so bleiben sie an einander hängen, wenn sie einander berühren, und machen Schneeflocken, welche desto grösser sind, je mehrere Schneefiguren oder auch kleinere Schneeflocken einander berühret haben. Daraus siehet man warum grosse Schneeflocken nicht bey einer allzustrengen Kälte wahrgenommen werden, und warum man alsdenn zu sagen pflegt, es könne vor Kälte nicht schneyen. So viele tausend Schneefiguren die Menschen des Winters vor ihren Augen sehen, ohnerachtet sie fast beständig so groß sind daß sie sich mit blossen Augen wahrneh-

nehmen lassen, so wenig Menschen finden sich, die sie gesehen haben. Denn Gewohnheit und Unachtsamkeit verblenden ihnen die Augen, daß sie dasjenige nicht erblicken, was vor ihren Füssen liegt. Stoltz und Eigenliebe aber machen sie so scharfsichtig, daß sie öfters Sachen sehen, die entweder gar nicht vorhanden sind, oder sich doch ausser dem Gesichtskreise der Sterblichen befinden. Was die Schneefiguren betrift, so kan man sie gar leichte kennen lernen, wenn man nur in dem Schnee auf diejenigen Theilgen acht giebt, welche so blitzend und glänzend aussehen, und man wird dadurch eines Vergnügens theilhaftig werden, das in dem Verstande seinen Sitz hat und dabey nur die Seele lachen kan. Es wird aber dieses Vergnügen zugleich mit einen Verlangen begleitet werden, die Ursache von dieser natürlichen Bildhauerkunst zu wissen, und man fodert von mir mit Recht, daß ich dieselbe anzeigen soll. Ich will demnach versuchen, ob ich dem Verlangen meiner Leser wo nicht vollkommen doch einigermassen ein Genüge thun könne. Wir wissen, daß eine jede Art der Saltze, wenn sie in Crystalle anschießt ihre determinirte Figur zu bekommen pflegt. Wir wissen ferner daß sich in der Luft allerley Arten der Saltze befinden, die Erzeugung des Salpeters giebt uns davon eine deutliche Probe, und man kan gar nicht daran zweiffeln, wenn

man nur bedenckt, wie groß die Hitze der Sonne sonderlich in dem heissen Striche des Erdbodens sey, und daß durch eine heftige Hitze aus fixen Saltzen flüchtig gemacht werden können. Ich geschweige wie viele Saltze durch das Verbrennen der Cörper, und durch das beständige Ausdünsten der Menschen, Thiere und Pflantzen in die Luft gebracht werden. Nun geht die Crystallisation der Saltze bey der Kälte am allerbesten von statten und es behält alsdenn eine jede Art derselben ihre eigene Figur, können also nicht die Schneefiguren auf unendliche Art von einander unterschieden seyn? Aber warum sind es lauter reguläre sechseckigte Figuren? Und warum haben sie ietzo vielmehr diese als eine andere Gestalt? Ich muß es gestehen, daß diese Frage sehr schwer zu beantworten ist, und ich will nicht darauf wetten, daß es nicht einigen Gelegenheit geben sollte diese Arbeit dem allgemeinen Luftgeiste aufzutragen. Aber in Wahrheit dieser Geist muß es in der Geometrie sehr weit gebracht haben, weil alle Sechsecke die er macht, so regulär und ordentlich sind. Doch dieses ist schlimm, daß man seine Gegenwart auf keine vernünftige Art, wohl aber die Gegenwart der Saltze in dem Schnee beweisen kan. Denn warum bekommen die Speisen einen andern Geschmack, wenn sie in Schneewasser, als wenn sie in andern Wasser gekocht sind. Kömmt nicht aller

Ge-

Geschmack von dem Salze? Ferner so ist bekannt, daß das Schneewasser viel schärfer als anderes sey, und die Unreinigkeiten, wenn man etwas damit wäscht, besser hinwegnehme. Vielleicht hat uns die Natur durch Hervorbringung der Schneefiguren ein Bild der Eitelkeit geben wollen. Sie besitzen so viel Vollkommenheiten und Schönheiten, aber alles dieses verschwindet bey der geringsten Wärme in einem Augenblicke, eben so wie die Heucheley bey dem Glantze einer wahrhaften Tugend. Und da das Wasser sehr subtil zertheilet wird, wenn es sich in Dünste auflöset: so sehen wir, warum der Schnee viel lockerer ist als das Wasser. Daher hat man befunden daß der Schnee 5 bis 24 mahl lockerer gewesen als das Wasser, wie sich solches zeiget, wenn man ihn zerschmeltzen läßt. Ist es aber bey solcher Lockerkeit des Schnees wohl möglich, daß seine Zwischenräumgen nicht mit vieler Luft erfüllet seyn sollten? Er ist demnach ein Cörper, der aus Theilgen von verschiedener Dichtigkeit zusammengesetzt ist. Er läßt also die Lichtstrahlen nicht durchfallen (§. 469.). Läßt er die Lichtstrahlen nicht durchfallen: so wirft er sie häufig zurück. Und daher bekömmt er eben die weisse Farbe (§. 479.), welche so glänzend ist, daß sie die Augen verblendet. Xenophon berichtet, daß viele Soldaten von der Arme des Cyrus entzündete Augen bekommen, und zum Theil

gar das Gesichte verlohren, als sie über die mit Schnee bedeckte Berge geführet worden. Verdienet also nicht die Hertzhaftigkeit des Anaxagoras gelobet zu werden, welcher behauptete, der Schnee müste schwartz seyn, weil er aus Wasser entstanden, dem man eher eine schwartze als weisse Farbe zueignen könte?

Von dem Hagel.

§. 538. Wenn die Wassertropfen in einer Regenwolcke gefrieren: so entsteht ein Hagel. Denn daß er nicht aus gefrornen Dünsten entstehe, erhellet daraus, weil die Hagelkörner nicht so wohl mit dem Schnee, als vielmehr mit dem Eise eine Aehnlichkeit haben; doch trägt auch der Schnee bisweilen etwas zu der Erzeugung des Hagels bey. Denn wenn sich eine sehr dicke Wolcke in einer kalten Luftgegend befindet: so können die Sonnenstrahlen durch die Wolcke nicht hindurchdringen, und daher wird der unterste Theil der Wolcke in Schnee verwandelt; von oben aber wird sie von der Sonne beschienen. Die Dünste werden erwärmet, sie bewegen sich demnach herunter gegen den kältern Ort (§. 369.), und fliessen solchergestalt über dem Schnee zusammen. Durch die Berührung des kalten Schnees verlieren sie in der ohnedem kalten Luft selbst ihre Wärme, und werden in Eis verwandelt. Daher fällt öfters ein solcher Hagel, welcher von aussen aus lauter über einander gelegten Scheib-

Scheibgen bestehet, und inwendig einen Kern von Schnee hat. Man kan im übrigen leicht urtheilen, daß die Hagelkörner desto grösser seyn müssen, je mehr sie unterwegens Feuchtigkeiten antreffen, welche sich an sie anhängen und daran gefrieren, oder es können auch viel Hagelkörner an einander anfrieren, und ihn dadurch von ausserordentlicher Grösse machen, wie man denn bisweilen Hagelkörner wahrgenommen, welche grösser als Taubeneyer gewesen. Da nun überdis der Hagel aus einer sehr grossen Höhe herunterfällt, und die Geschwindigkeit eines Cörpers desto grösser ist, je höher er heruntergefallen ist: so bewegt sich der Hagel ungemein geschwinde (§. 131.). Sind nun die Hagelkörner ausserordentlich groß: so haben sie viel Masse (§. 58.). Wenn aber ein Cörper viel Masse hat, und sich mit einer grossen Geschwindigkeit bewegt: so hat er eine grosse Gewalt (§. 83.). Derowegen muß auch der Hagel gewaltsam an die Cörper anschlagen, wenn er sehr groß ist. Was ist es also Wunder, wenn er bisweilen die Fenster in Stücken schlägt, das Gedreide auf dem Felde ausdrischet, Menschen und Vieh umbringet, und andere dergleichen gewaltsame Würckungen verrichtet? welches desto eher angeht, wenn der Wind die Geschwindigkeit des Hagels vermehret. Daß aber der Hagel im währenden Herunterfallen erst eine solche Grösse

erhalte, bestätigt die Observation, welche Scheuchzer gemacht. Denn er hat wahrgenommen, daß die Hagelkörner auf den Alpengebürgen jederzeit kleiner gewesen, als die, welche unten im Thale gefallen sind.

Warum es im Sommer hagelt.

§. 539 Nur dieses scheint etwas seltsames zu seyn, daß man den Hagel mehr im Sommer als im Winter wahrnimmt; allein, wir müssen bedencken, daß es mit der obern Luft eine gantz andere Beschaffenheit hat als mit der untern. Sie ist nicht mit so vielen warmen Ausdünstungen erfüllt, und ist daher gewöhnlich kälter als die untere Luft. Wir sehen, daß es des Sommers die gantze Nacht durch ziemlich warm ist; so bald aber die Sonne aufgehet, und die Dünste unter der Gestalt eines dünnen Nebels herabfallen (§. 525.): so entsteht eine recht empfindliche Kälte. Wie kalt ist es nicht des Nachts auf hohen Bergen und kömmt dieses wohl aus einer andern Ursache, als weil sich daselbst wenig warme Dünste befinden und weil daselbst nicht so viele reflectirte Strahlen wie in den Thälern befindlich sind. Hiezu kömmt noch dieses, daß die obere Luft ihre Wärme desto eher verlieret, je dünner sie ist (§. 272.). Aus dem allen erhellet also, daß es gar wohl möglich sey, daß auch im Sommer die oberste Luftgegend so starck werden könne, daß die Dünste darinnen gefrieren, und man wird nicht zweifeln, daß eine finstere Wolcke hierzu viel beyzutragen vermögend sey. §. 540.

§. 540. Hagelkörner, welche einen Kern von Schnee haben, sind undurchsichtig. Denn das Eis und der Schnee sind in Ansehung der Dichtigkeit gar zu sehr von einander unterschieden (§. 469.). Hingegen wenn der Hagel keinen schneeichten Kern hat: so ist er durchsichtig. Da er aber gleichwohl dichter ist als die Luft: so muß er die Strahlen brechen (§. 443.), und sie also an einen andern Ort hinlencken, als sie würden gekommen seyn, wenn sie ihre geradelinichte Bewegung ungehindert fortgesetzt hätten. Wenn nun in der obern Gegend der Luft ein Wind seyn kan, ohne daß man unten dergleichen wahrnimmt (§. 523.). Wenn man ferner einräumet, daß der Wind den Hagel, wenn die Körner nicht allzugroß sind eine Ecke in der Luft fortführen könne: so hat man die Gründe, woraus sich folgende Observation, welche Parent* erzehlet, beurtheilen läßt. Der Prior P. Romuald, in einem Kloster zu Metz, sahe An. 1703. den 7. Jun. an der Sonnenuhr, daß der Schatten auf 12 wieß, und es schlug auch so gleich 12 Uhr auf zweyen Kirchen. Als er aber noch einmahl nach der Sonnenuhr sahe, wurde er gewahr, daß der Schatten von 12 bis $\frac{1}{4}$ über die 1 te Stunde zurücke gegangen war. Er rief F. Lucianen, und sie beobachteten beyde, daß der Schat-

Von dem Zurückgehen des Schattens an der Sonnenuhr.

* Recherch. de Phyſ. T. I. p. 256.

Schatten unvermerckt noch weiter bis halb 11 Uhr zurücke gieng. Nach diesem gieng der Schatten wieder ordentlich fort. Es bließ dazumahl ein Mittagswind, der einige kleine Wolcken von verschiedener Dicke vor der Sonne hertrieb, aber ohne Regen, und der Schatten der Sonnenuhr litte davon gar keinen Anstoß. Haben nun die Wolcken die Sonnenstrahlen nicht so brechen können, daß dadurch der Schatten auf einen andern Ort gekommen wäre: so muß nothwendig ein dichterer und durchsichtiger Cörper in der Luft gewesen seyn, der die Strahlen stärcker gebrochen hat (§. 448.). Und was wolte dieses anders seyn können als ein Hagel?

Von dem Thaue.

§. 541. Wenn die Sonne den Tag über den Erdboden sehr erhitzt hat, und sie geht unter: so behält die Erde ihre Wärme länger als die Luft. Denn ein schwerer Cörper bleibt länger warm als ein leichter (§. 272.). Nun ist immer einige Feuchtigkeit in der Erde. Woher wolte Gras und Pflantzen wachsen können, wenn die Erde nicht mit wässeriger Feuchtigkeit erfüllet wäre? Da nun das Wasser durch die Wärme in Dünste verwandelt wird (§. 366.), und die Dünste sich in einer stillen Luft immer gegen den kältern Ort bewegen (§. 369.): so kan es wohl nicht anders seyn, als daß bey Untergange der Sonne die wässerigen Dünste anfangen aus der Erde in die Höhe zu steigen, und damit die

die gantze Nacht fortfahren. Bis sie endlich in kleine Tropfen zusammenfliessen und in der Luft zu Boden fallen, welches sonderlich bey Aufgange der Sonne geschehen muß (§. 525.). Und dieses ist der Weg, wie die Natur den Thau hervorbringt. Denn daß der Thau des Abends aus der Erde herausgehe, und nicht, wie man sonsten geglaubt hat, aus der Luft herunterfalle, ist durch die Observationen des Herrn Gerstens, Müschenbröcks, Du Fay, und anderer Naturkündiger ausser Zweifel gesetzt worden. Denn sie haben gläserne Platten in verschiedener Entfernung von der Erde horizontal aufgehängt, und wahrgenommen, daß sich der Thau wie kleine Tröpfgen unten an die Platten angelegt hat, oben aber sind sie gantz trocken geblieben. Sie haben ferner befunden, daß die Platten, welche dem Erdboden näher gewesen, eher als diejenigen, welche eine grössere Entfernung gehabt haben, befeuchtet worden sind. Wie wolte aber dieses alles möglich seyn, wenn der Thau aus der Luft heruntergefallen, und nicht vielmehr von der Erde in die Höhe gestiegen wäre?

Ob der Thau ein Schweiß der Pflantzen ist.

§. 542. Daß die Pflantzen Schweißlöcher haben, dadurch sie ausdunsten, lehren die Vergrösserungsgläser; daß sie dergleichen haben müssen, soll unten erwiesen werden. Werden nun aber diese Dünste des Nachts, da die Luft kühle wird, nicht ebenfalls zu den Schweiß-

Schweißlöchern der Pflantzen herausgehen müssen (§. 369.)? Sie berühren einander, indem sie aus den Schweißlöchern herausgehen, sie fliessen in kleine Tröpfgen zusammen, welche auf dem Blatte der Pflantze eben die Lage haben müssen, welche die Schweißlöcher haben. Daher liegt der Thau unter einer andern Figur auf den Weinblättern als auf den Nesseln, und auf diesen wieder anders als auf dem Grase. Ja man wird nicht zwey Pflantzen von verschiedener Art finden, da die Thautröpfgen nicht auf einer jeden eine eigene Lage haben solten. Schwitzt nun aber der Thau auch aus den Pflantzen heraus: so werden wir uns nicht wundern, wenn eine Pflantze, die man des Nachts mit einer gläsern Glocke bedeckt hat, eben so wohl bethauet ist, als die, so in der freyen Luft gestanden hat.

Thau wird vom Winde bewegt.

§ 543. Wenn es windig in der Luft ist: so bemerckt man, daß der Thau immer von dem Winde fortgetrieben wird, und daß er sich bey heftigem Winde so lange verliert, bis die Luft wieder stille geworden ist. Solchergestalt kan der Wind den Thau auch öfters an solche Oerter bringen, da man sonst wenig davon würde gespüret haben. Daher hat man befunden, daß meistentheils eine Pflantze, welche unter einer gläsernen Glocke gestanden, mehrern Thau gehabt hat, als andere von eben der Art. Denn hier hat der

Wind

Wind nicht so, wie bey jenen, den Thau hinwegführen können.

§. 544. Wie nun aus dem allen erhellet, daß aller Thau nicht von einerley Art sey, indem er zum Theil aus der Erde ausdunstet, zum Theil aber aus den Blättern der Pflantzen als ein Schweiß herausgehet: so hat man auch beyde Arten wohl von einander zu unterscheiden, und es ist leicht zu erachten, daß nicht nur die wässerigen, sondern zugleich auch die saltzigen und öhlichten Theilgen, welche in dem Safte der Pflantzen enthalten sind, unter der Gestalt des Thaues aus ihnen herausgehen werden. Dieses geschiehet desto eher, je grösser die Hitze des Tages über gewesen, welcher die Säfte der Pflantzen ausgedehnt und in Bewegung gesetzt hat. Daher es denn zu geschehen pfleget, daß der Thau bisweilen einen Geschmack hat, und nicht aller Kraft in den menschlichen Cörper zu würcken beraubt ist. Galenus gedenckt eines Thaues, welcher so süsse, wie Honig geschmeckt hat. Scheuchzer hat öhlichten Thau wahrgenommen. Und das Manna ist ebenfalls nichts anders, als eine Art eines Thaues. Die alten Weltweisen hatten sich überredet, daß der Mond und die Sterne den Thau von dem Himmel heruntertrieben. Daher nennt Virgil den Mond die Mutter des Thaues. Ich habe nicht nöthig, diese Meynung zu widerlegen, da sie nirgens mehr

Unterscheid des Thaues.

Bey-

Beyfall findet. Denn man hat längst wahrgenommen, daß sich der Thau weder nach der Bewegung noch nach dem Lichte des Mondes richte. Eben so thöricht ist es, daß einige Chymisten in dem Thaue das Geheimniß Gold zu machen gesucht haben.

Von dem Regenbogen.

§. 545. Unter die Lufterscheinungen zählt man mit Recht den Regenbogen. Er ist eine der schönsten Sachen in der Natur, und gleichwohl werden zu seiner Erzeugung weiter nichts als Regentropfen und Sonnenstrahlen erfodert. Eine deutliche Probe daß die Natur zu ihren prächtigsten Vorstellungen sehr geringe Anstalten zu machen pflege. Es ist demnach zu mercken, daß man niemahls einen Regenbogen sieht, als wenn man den Regen vor sich, die Sonne aber hinter dem Rücken hat. Denn die Sonnenstrahlen werden in den Wassertropfen gebrochen, sie verwandeln sich durch die Refraction in Farben (§. 477.), und so entstehen eben diejenigen Farben in dem Regenbogen, welche durch das Prisma hervorgebracht werden. Nun sind die Regentropfen nichts anders, als durchsichtige Kügelgen. Und daher werden wir die Refraction des Lichts in durchsichtigen Kugeln etwas genauer betrachten müssen, ehe sich die Erzeugung des Regenbogens beurtheilen läßt.

Refraction des

§. 546. Es sey C eine hohle gläserne Kugel, welche mit Wasser gefüllt ist; AB ein Son-

Sonnenstrahl, welcher auf dem obersten Theil der Kugel B schief auffällt: so wird der Strahl im Eingange gegen den Perpendicul CBD aus B in E gebrochen (§. 443). In E fährt der Strahl zum Theil aus der Kugel heraus, und wird von dem Perpendicul CEF hinweg, aus E in G gebrochen (§. 444.). Zum Theil aber wird er aus E in K reflectirt (§. 440.), dergestalt, daß der Reflexionswinckel dem Einfallswinckel gleich ist (§. 470.). Wenn endlich der Strahl in K aus der Kugel herausfährt: so wird er aus K in H von dem Perpendicul CKL hinweggebrochen (§. 444.). Es sondern sich aber zugleich durch diese Refraction die in dem Sonnenstrahle befindliche Farben von einander ab (§. 477.), und stellen sich auf dem Boden der Stube, in welcher man den Versuch anstellet, dar. Hält man das Auge in einen von diesen Strahlen: so sieht man in der Kugel einen hellen rothen Punct, wenn das Auge im rothen Strahle stehet: man sieht einen blauen, wenn es sich im blauen, und einen gelben, wenn es sich im gelben Lichte befindet u. s. w. Alle Farben auf einmahl in einer solchen Kugel zu erblicken ist deswegen nicht möglich, weil sie einen grossen Raum einnehmen, und eine jede unter ihrem eigenen Winckel gebrochen wird (§. 483.). Daher muß man die Kugel entweder erhöhen oder erniedrigen, wenn man eine Farbe darinnen siehet und eine

Lichts in Kugeln. Tab. VII. Fig. 97.

andere zu sehen verlanget. Stünden aber sieben solche gläserne Kugeln in gehöriger Entfernung über einander: so würde eine jede eine andere Farbe in das Auge bringen, und auf diese Weise wäre es möglich, alle sieben Farben auf einmahl zu empfinden. Die Strahlen ABCDEFG werden in den Kugeln HKLMNQP gebrochen, und kommen nach geschehener Refraction in das Auge o. Der Augenschein lehret, daß der Strahl GP am meisten, der Strahl AH aber am wenigsten von seiner vorigen Direction abweiche, wenn er in das Auge o kömmt. Je mehr ein Strahl von seiner vorigen Direction abweicht, desto stärcker wird er gebrochen (§. 443.). Es wird also der Strahl G am stärcksten, der Strahl A aber am wenigsten gebrochen. Nun ist der violette Strahl der, welcher am stärcksten, und der rothe, welcher am wenigsten gebrochen wird (§. 483.). Derowegen wird durch die Kugel P der violette, durch H aber der rothe Strahl in das Auge o gebracht. Und so ist ferner klar, daß K die goldgelbe, L die schwefelgelbe, M die grüne, N die himmelblaue, und Q die purpurfarbe in das Auge o bringen müsse (§. 477.).

Tab. VIII. Fig. 98.

Unter welchem Winckel man die Farben siehet.

§. 547. Weil ein jeder farbigter Strahl unter seinem eigenen Winckel gebrochen wird (§. 483.): so ist es nicht gleichviel wo das Auge stehet, wenn es eine Farbe in der Wasserkugel wahrnehmen soll. Nimmermehr würde

würde man den rothen Strahl Ho empfinden, wenn er nicht in das Auge käme. Er kömmt aber nicht in das Auge, wenn sich dieses nicht in dem Puncte o befindet. Solchergestalt macht die Kugel H zwar Farben, allein man sieht sie nur alsdenn, wenn das Auge die rechte Lage hat. Des Cartes hat dieses genauer bestimmt, indem er gefunden, daß man den rothen Strahl Ho empfindet, wenn der Winckel HoR 42 Grad, oder eigentlicher 42°, 2′ hat. Und alsdenn ist der Winckel PoR, welchen der violette Strahl im Auge macht 40° 17′. Es entsteht aber der Winckel HoR, wenn man die Linie oR dergestalt durch das Auge o ziehet, daß sie mit dem einfallenden Sonnenstrahle AH parallel ist. Fig. 98.

§. 548. Um nun die Erzeugung des Regenbogens deutlich zu erklären, so ist weiter nichts nöthig, als daß man diese Sätze bey den Regentropfen wieder anbringe. Denn was ist der Regen anders, als ein Hauffen kleiner durchsichtiger Wasserkugeln? So oft es also regnet und die Sonne hineinscheint: so entstehen in jedem Regentropfen durch die Refraction die sieben Farben (§. 546.); und sind also unzählich viele Regenbogen in der Luft. Allein wir sehen sie deswegen nicht, sondern wenn dieses geschehen soll: so müssen wir sie unter dem gehörigen Winckel erblicken (§. 547.). Wenn man also die Sonne

Wie der Regenbogen entstehet.

hinter dem Rücken, und vor sich den Regen hat, dergestalt, daß die in dem Regentropfen gebrochene Strahlen unter einen Winckel von 40 bis 42 Graden auf die Linie oR, welche aus der Sonne durch das Auge o gezogen wird, fallen: so kommen die sieben Regenbogenfarben in das Auge (§. 546). Man würde sie aber doch nicht empfinden, wenn zugleich viel fremdes Licht in das Auge hineinfiele. Denn es ist bekannt, daß eine stärckere Empfindung immer die schwächere erstickt. Daher ist noch ferner nöthig, daß der Horizont da, wo der Regenbogen gesehen werden soll, mit finstern Wolcken bedeckt ist. Und daher bekömmt es das Ansehen, als stünde er in den Wolcken: welches den Aristoteles dahin verleitete, daß er den Regenbogen vor das Bildniß der Sonne hielt, so sich in den Wolcken als im Spiegel vorstellete. Daß er sich aber hierinnen geirret, erhellet unter andern daraus, weil man durch den Regenbogen die Häuser und Bäume erblicken kan, wo seine Schenckel auf der Erde aufstossen.

Warum der Regenbogen rund ist.

§. 549. Man wird nicht darauf verfallen, als müsten die Regentropfen in der Luft unbeweglich seyn, wenn ein Regenbogen entstehen soll. Sie mögen immer herunterfallen; es ist genug, daß beständig andere in ihre Stelle kommen. Es wird auch nicht schwer fallen, die Ursache anzuzeigen, warum sich der

der Regenbogen, als ein halber Circul darstellt. Denn weil man die Farben allenthalben in den Regenbogen unter einem Winckel von 40 bis 42 Graden erblicket (§. 547.): so machen sie einen Kegel, dessen Spitze das Auge, und davon die Peripherie der Grundfläche der Regenbogen ist, der sich also als einen gantzen Circul darstellen würde, wenn es nicht der Horizont verhinderte.

Besondere Beschaffenheit des Regenbogens.

§. 550. Das artigste bey dem Regenbogen ist dieses, daß niemahls zwey Personen einen Regenbogen zugleich sehen; sondern ob sie ihn gleich alle wahrnehmen, so sieht doch ein jeder einen andern. Denn weil ein jeder an einem andern Orte stehet, und man die Farbe in den Regentropfen nur unter einem gewissen Winckel siehet (§. 547): so können die Strahlen von denselbigen Regentropfen nicht in die Augen verschiedener Zuschauer zugleich kommen. Es kommen aber an deren Statt Strahlen von andern Regentropfen unter dem gehörigen Winckel in das Auge. Und also sehen verschiedene Zuschauer auch verschiedene Regenbogen. Woraus denn zugleich klar ist daß man beständig einen andern Regenbogen sehe, wenn man seinen Ort verändert. Denn in diesem Falle kommen die Farben auch immer aus andern Regentropfen in das Auge (§. 547.). Wenn daher verschiedene zu gleicher Zeit einen Regenbogen observiren, und mercken wo er aufstehet:

so wird sichs zeigen, daß des einen sein Regenbogen immer auf einem andern Orte, als des andern seiner, aufstehet. Und aus eben dieser Ursache ist es unmöglich, einen Regenbogen zu sehen, und zugleich an dem Orte zu seyn, da man ihn siehet. Wäre man da, wo man den Regenbogen siehet: so stünde man in dem Regen, und die in den Regentropfen erzeugte Farben würden nicht in die Augen kommen können.

Warum man gegen Süden keinen Regenbogen siehet.

§. 551. Da der Regenbogen allemahl der Sonne gegen über gesehen wird (§. 546.): so sehen wir niemahls gegen Süden einen Regenbogen. Denn sonst müste uns die Sonne nach Norden zu stehen, welches in diesen mitternächtlichen Ländern nicht geschiehet. In denen südlichen Theilen des Erdbodens aber können sie dergleichen wahrnehmen, weil ihnen daselbst die Sonne gegen Norden stehet. Sie erblicken aber auch dafür niemahls einen Regenbogen gegen Norden. So gleich hat die Natur so gar das Vergnügen ausgetheilet, welches sie unsern Augen durch ihre Zierrathen gewähret, unter welchen der Regenbogen eine der vornehmsten ist.

Wie der Regenbogen verschwindet.

§. 552. Daß der Regenbogen nicht allemahl gantz erscheinet ist blos dem Mangel des Regens an einem Orte zuzuschreiben. Und eben darum verschwindet er auch nicht auf ein-

einmahl, sondern nach und nach, so wie der Regen aufhöret.

Von dem obern Regenbogen.

§. 553. Es geschiehet bisweilen, daß man über dem ordentlichen Regenbogen noch einen andern gewahr wird. In diesem erscheinen die Farben verkehrt. Denn an statt daß in dem gewöhnlichen Regenbogen die rothe Farbe die oberste, und die violette die unterste ist (§. 546.): so nimmt hier die rothe Farbe den untersten und die violette den obersten Ort ein. Es sind aber zugleich die Farben des obern Regenbogens viel schwächer, als die Farben des untern. Daher ihn auch der gemeine Mann vor einen Widerschein des Regenbogens hält. Er entsteht aber vielmehr ebenfalls durch die Refraction der Sonnenstrahlen in den Regentropfen. Nur daß zu seiner Hervorbringung nebst der doppelten Refraction des Strahles, auch eine doppelte Reflexion in den Regentropfen erfodert wird. Um aber dieses alles desto deutlicher darzuthun, wird es nöthig seyn, diese Refraction und Reflexion des Sonnenlichts in einer Wasserkugel zu betrachten.

Farben entstehen in Wasserkugeln. Tab. VII. Fig. 99.

§. 554. Es sey EFHK eine gläserne Kugel, welche mit Wasser erfüllt ist, und AE ein Sonnenstrahl, welcher in diese Kugel hineinfähret: so wird der Strahl AE aus E in F gegen den Perpendicul CEB gebrochen (§. 443.). In F fährt der Strahl zum Theil aus F in G aus der Kugel heraus, und wird

zugleich von dem Perpendicul CFD hinweggebrochen (§. 444). Zum Theil aber wird er aus F in H reflectirt (§. 440.), dergestalt, daß der Einfalls- und Reflexionswinckel einander gleich sind (§. 470.). In H fährt er wieder zum Theil aus der Kugel heraus, und wird von dem Perpendicul CHL aus H in M gebrochen (§. 444.). Zum Theil aber wird er aus H in K reflectiret. Und wenn er endlich in K aus der Kugel herauskömmt: so wird er aus K in o von dem Perpendicul CKN hinweggebrochen (§. 444.). Solchergestalt kömmt der Strahl AL, nachdem er in der Wasserkugel eine doppelte Refraction und Reflexion erlitten, in das Auge o. Er wird aber zugleich durch diese Refraction in sieben Farben verwandelt (§. 477.), welches sich zeiget, wenn man in einer finstern Stube den Versuch anstellet. Gleichwohl sieht man in der Wasserkugel nur immer eine Farbe auf einmahl, weil eine jede unter einem eigenen Winckel gebrochen wird (§. 483.), und daher nicht alle auf einmahl in das Auge kommen können. Stünden aber sieben solche Wasserkugeln in gehöriger Entfernung über einander: so würde eine jede einen andern farbigten Strahl in das Auge bringen, und man würde auf diese Weise alle sieben Farben zugleich erblicken. Man wird ferner aus der Art der Refraction leicht urtheilen können daß die Kugel, welche am meisten erhöhet wäre,

den

den Strahl in das Auge bringen müsse, welcher unter allen farbigten Strahlen am stärcksten gebrochen wird. Denn je höher die Kugel EFHK stehet, desto weiter muß der Strahl Ko heruntergebogen werden, wenn er in das Auge o kommen soll (§. 443.). Da nun unter allen farbigten Strahlen der violette am stärcksten gebrochen wird (§ 483.): so muß in diesem Falle die violette Farbe den obersten, und die rothe den untersten Ort einnehmen. Die übrigen aber werden in der beschriebenen Ordnung auf einander folgen müssen (§. 477.).

Wie der obere Regenbogen entstehet.

§. 555. Wenn es nun erlaubt ist, an statt der Wasserkugeln die Regentropfen zu setzen: so ist klar, daß auf die gedachte Art (§. 554.) ein Regenbogen in der Luft entstehen könne, in welchem die rothe Farbe die unterste, die violette aber die oberste ist. Und da die Lebhaftigkeit der Farben durch die doppelte Reflexion und Refraction, dadurch immer ein Theil des Strahles in F und H aus dem Wassertropfen herausfähret, nicht wenig geschwächt wird: so ist leicht zu erachten, daß dieser Regenbogen bey weiten nicht so schön und lebhaft aussehen könne, als der erstere (§. 546.).

Wenn man zwey Regenbogen siehet.

§. 556. Ohnerachtet nun öfters dergleichen Regenbogen entstehet: so sehen wir ihn doch nicht allemahl. Denn dieses geschiehet wiederum nur alsdenn, wenn unser Auge gegen

die Regentropfen eine solche Lage hat, daß die in Farben verwandelte Sonnenstrahlen in
Fig. 99. dasselbe hineinfallen. Denn Newton hat erwiesen, daß der Winckel KoR, welchen der gebrochene Strahl Ko mit der aus der Sonne durch das Auge o gezogenen Linie OR machet 50°, 57′ seyn müsse, wenn man in der Wasserkugel den rothen, und 54°, 7′ wenn man den violetten Strahl empfinden soll. Woraus sich eben so, wie bey dem ersten Regenbogen, darthun läßt, warum er
Tab. VIII. Fig. 100. einen Circulbogen vorstellet (§. 549.). Von beyder Regenbogen Erzeugung wird man sich aus der Figur die beste Vorstellung machen können, in welcher B und M zwey Regentropfen von dem obern, E und S aber ein Paar Regentropfen von dem untern Regenbogen vorstellen. Der Strahl Bo bringt die violette, und Mo die rothe; Eo wieder die rothe, und Qo die violette Farbe in das Auge. Woraus zugleich erhellet, warum der andere Regenbogen höher stehet als der erste. Denn bey jenem ist der Winckel BOF 54° 7′ (§. 536.), bey diesem aber hält der Winckel EOF nur 42°, 2′ (§. 547.). Daher siehet man ordentlicher Weise allemahl den ersten Regenbogen, wenn man den obern siehet. Denn wenn die Regentropfen unter einem Winckel von 54 Graden herunterfallen, so sieht man sie auch unter einem Winckel von 42 Graden. Doch ist es möglich, bisweilen

weilen ein Stück von dem andern Regenbogen wahrzunehmen, ohne daß man den erstern dabey siehet: es geschiehet solches abernur alsdenn, wenn der andere Regenbogen sehr nahe am Horizonte entsteht. Viel öfter aber trägt es sich zu, daß man den untern Regenbogen ohne den obern erblicket. Denn es fallen die Regentropfen nicht allemahl aus einer solchen Höhe herunter, als zu der Erzeugung des obern Regenbogens erfordert wird.

Höhe der Sonne bey dem Regenbogen.

§. 557. Es sey OG horizontal. Weil nun OF mit AB oder mit den Sonnenstrahlen parallel ist: so ist GOF der Winckel, welchen die Sonne mit dem Horizonte macht, und also die Höhe der Sonne über dem Horizont. Da nun der Winckel GOF kleiner ist, als der Winckel EOF und BOF; und da ferner EOF 42° und BOF 54 Grad hat (§. 556.): so muß die Höhe der Sonne über dem Horizont nicht über 42 Grad seyn wenn der untere, und nicht über 54 Grad wenn der obere Regenbogen gesehen werden soll. Da nun aber im Sommer des Mittags in diesen Ländern die Sonne höher als 42 und 54 Grad stehet: so kan auch des Sommers um die Mittagszeit kein Regenbogen entstehen.

Experiment zu Bestätigung dieser Sätze.

§. 558. Daß es endlich mit der angeführten Erzeugung des Regenbogens seine Richtigkeit habe, wird dadurch bestätigt, daß man durch die Kunst einen Regenbogen hervorbrin-

bringen kan. Man schraubet einen solchen Aufsatz auf einen Springbrunnen, durch welchen das Wasser in kleine Tropfen verwandelt wird. Wenn nun die Sonne in diese Tropfen scheinet, und man betrachtet sie gegen ein schwartzes Tuch unter dem gehörigen Winckel: so sieht man einen ordentlichen Regenbogen.

Von dem Mondregenbogen.

§. 559. Wenn der Mond in einen Regen unter dem gehörigen Winckel hineinscheinet: so muß auch alsdenn ein Regenbogen entstehen. Da aber das Licht des Monden bey weiten nicht so starck ist als das Licht der Sonne: so sind auch die Farben in dem Mondregenbogen viel schwächer als diejenigen, welche man in dem gewöhnlichen Regenbogen antrift.

In der Luft sind vielerley Ausdünstungen.

§. 560. Man würde sich sehr betrügen, wenn man glauben wolte, daß keine andere als wässerige Ausdünstungen in der Luft in die Höhe stiegen. Dieses hiesse, die Kräfte der Natur allzusehr einschräncken und von ihren Reichthümern keinen Begrif haben. Denn die Anzahl der verschiedenen Arten von Ausdünstungen ist so groß, daß ich mich nicht einmahl getraue dieselbe zu bestimmen. Man erwege, wie viele Bäume, Kräuter und Blumen es gebe, die alle ihren eigenen Geruch haben: Dieser aber zeigt von einer unaussprechlichen Menge verschiedener Ausdünstungen. Menschen und Thiere dunsten beständig

dig aus, und es ist gewiß, daß durch diese Ausdünstungen nicht nur wässerige, sondern auch schwefelichte, öhlichte, irdische und Saltztheilgen in die Luft kommen. Wie viele schwefelichte und andere Ausdünstungen werden nicht durch das Verbrennen täglich in die Luft gebracht? Wer wolte also zweifeln, daß die Luft nicht immer mit Ausdünstungen von allerhand Gattung erfüllet sey?

Worinnen das schwüle Wetter besteht.

§. 561. Es ist gewiß, daß sich in der Erde und in denen Cörpern auf der Erde viele schwefelichte Materie befindet. Wenn nun die Sonne des Sommers warm scheinet: so steigen nicht nur die wässerigen, sondern auch schwefelichte Ausdünstungen von dem Erdboden in die Höhe, indem sich auch hier der oben (§. 366.), gegebene Erweis von dem Aufsteigen der Dünste anbringen läßt. Allein, da schwefelichte Ausdünstungen schwerer sind als die wässerigen: so wird zu ihrer häufigen Hervorbringung nicht nur eine grössere Hitze erfodert, sondern sie steigen auch nicht so hoch als jene in der Luft in die Höhe (§. 287.). Es wird also des Sommers bey heissen Tagen die unterste Luftgegend mit vielen schwefelichten Ausdünstungen erfüllet. Und da diese sehr heiß sind: so wird auch die Luft dadurch ungemein warm gemachet; und wir pflegen dergleichen Tage schwüle Sommertage zu nennen. Daher dehnt sich alsdenn die Luft, welche in dem Blute befindlich ist, aus

aus (§. 263.), die Adern schwellen auf, und man wird von den durch die Schweißlöcher der Haut so häufig herausgehenden Ausdünstungen abgemattet. Da sich aber auch die Luft, welche uns umgiebt, durch die Hitze ausdehnet (§. 263.): so wird sie verdünnet, ihre elastische Kraft nimmt mit ihrer Dichtigkeit zugleich ab (§. 305.), sie ist also nicht vermögend, die Lunge zureichend auszudehnen, und daher wird einem das Athemholen beschwerlich.

Was schwefelichte Dünste in der Luft verursachen.

§ 562. Dieses sind die vornehmsten Veränderungen, welche in dem menschlichen Cörper bey schwülen Wetter vorgehen. Man bemerckt aber auch selbst in der Luft merckliche Spuren von der Gegenwart der schwefelichten Dünste. Es läßt öfters nicht anders, als wenn die Luft zitterte, weil die Sonnenstrahlen durch die in der Luft bewegten Dünste immer auf eine andere Art in das Auge fallen. Daher bemerckt man eben dergleichen, wenn man zwischen das Auge und ein Object ein Kohlenbecken mit glüenden Kohlen setzet; weil nemlich auch von den glüenden Kohlen immerfort Dünste in die Höhe steigen. Und da die schwefelichten Dünste von der Luft in Ansehung ihrer Dichtigkeit merclich verschieden sind: so vermindern sie bisweilen die Durchsichtigkeit der Luft dergestalt, daß auch die Sonne gantz blaß aussiehet (§. 469.). Sie verhindern also ferner die Son-

Sonnenstrahlen, daß sie nicht so häufig als sonst auf die Brenngläser fallen. Und daher darf es niemand befremden, wenn die Brenngläser bey schwülen Wetter öfters eine geringere Würckung thun, als des Winters an einem heitern Tage.

Von dem Wetterleuchten.

§. 563. Wenn sich die schwefelichten Dünste in der Luft entzünden: so geschiehet es entweder ohne Knall, und alsdenn pflegt man zu sagen, daß es wetterleuchte; oder ihre Entzündung wird mit einem Knalle begleitet, und wenn dieses geschiehet: so bekömmt eine solche Flamme den Namen des Blitzes. Man soll sagen, wie sich die schwefelichten Dünste entzünden und wie sie einen Knall hervorbringen können.

Wie der Blitz entsteht.

§. 564. Schwefelichte Dünste können sich entzünden, wenn sie sich an einem Orte sehr häuffen. Ich habe dergleichen Erfahrung oben (§. 408.) angeführt; und wir finden es in noch mehreren Fällen. Der Mist und feuchtes Heu entzündet sich von selbst, wenn es dichte über einander liegt, daß sich die schwefelichten Dämpfe darinnen häuffen. Denn daß Mist und Heu schwefelichte Ausdünstungen habe, bezeugt der starcke Geruch, welchen beydes von sich giebt. Es kan aber auch eine Flamme entstehen wenn verschiedene flüßige Materien mit einander vermischt werden. Man sieht dieses bey der Vermischung des spiritus flammifici mit dem Nelckenöhle

öhle (§. 249.). Durch dieſe Mittel kan alſo auch in der Luft dergleichen Flamme hervorgebracht werden. Denn erſtlich iſt dieſes gewiß daß ſich ſchwefelichte Dünſte in der Luft häuffen können, und an dem andern wird man nicht zweifeln, wenn man bedenckt, wie viele Ausdünſtungen von gantz verſchiedener Art in der Luft befindlich ſind (§. 560.). Solten ſie ſich nun nicht mit einander vermiſchen? und ſolte wohl durch dergleichen Vermiſchung nicht bisweilen eine Flamme entſtehen?

Von dem Donner.

§. 565. Wenn der Blitz entſteht: ſo wird die Luft auf einmahl gewaltig ausgedehnt (§. 263.). Da ſie nun ſolchergeſtalt in eine heftige Bewegung geräth: ſo entſteht ein Schall; Iſt dieſes nicht die Urſache, warum ein Stücke wenn es gelöſet wird, und warum ein Platzkügelgen einen Knall von ſich giebt (§. 265.), weil die Luft auf einmahl in eine heftige Bewegung geräth (§. 327.)? Ob aber auf dieſe Art der Donner entſtehe, das iſt eine andere Frage von welcher ich glaube daß ſie mit nein wird müſſen beantwortet werden (§. 327.). Denn das Pulver giebt keinen ſolchen Knall, wenn es in freyer Luft entzündet wird. Und es würde ſchwer ſeyn zu erweiſen, daß die Dünſte in der Luft auf die Art, wie das Pulver in der Canone, eingeſchloſſen wären. Denn die Wolcken können die Dünſte, woraus der Blitz entſtehet nicht

ein-

einschliessen, sie sind ja nichts weniger als feste Cörper, ob sie uns gleich von weiten so vorkommen, sondern es würden die wässrigen Dünste vielmehr die Entzündung verhindern. Vielleicht macht aber die grosse Menge der schwefelichten Dünste in der Luft daß ihre Entzündung mit einem Schalle verbunden ist. Allein warum donnert es nicht wenn es wetterleuchtet, da doch die Flamme bisweilen starck genug ist? Es muß also wohl selbst die Materie des Blitzes dergestalt aus andern Materien zusammengesetzt seyn, daß durch deren Vermischung nicht nur die Flamme, sondern auch der Knall entstehet. Daß es aber möglich sey, dergleichen Materie zuzubereiten, welche sich mit einem Knalle entzündet, sehen wir nicht nur an dem Prasselgolde, sondern es wird auch durch das Knallpulver bestätigt. Die Verfertigung des Knallpulvers ist folgende. Man nimmt drey Theile gereinigten Salpeter, zwey Theile Salis Tartari, und einen Theil Schwefel, stößt es zu Pulver und vermischt es mit einander. Wenn man nun etwas von diesem Pulver in einen Löffel thut, und ihn auf glüende Kohlen setzt: so wird das Pulver anfangs braun, endlich aber entzündet es sich mit einem Knalle, als wenn man eine Pistole losgeschossen hätte. Nicht selten schlägt es den Löffel entzwey; und wenn man etwas auf den Löffel legt, so

wird es mit einer groſſen Gewalt in die Höhe geworffen.

Von dem Rollen des Donners.

§. 5[illegible]. Weil der Blitz den Knall verurſachet: ſo iſt gar kein Zweifel, daß der Donner nicht ſo gleich entſtehen ſolte, wenn man den Blitz ſiehet. Und die Erfahrung lehrt es auch, daß Blitz und Knall immer zugleich empfunden werden, wenn man nahe dabey ſteht, wo das Gewitter einſchlägt. Niemanden aber wird es befremden, daß der Donner erſt eine Zeitlang nach dem Blitze gehöret wird, wenn das Gewitter weiter entfernet iſt. Es iſt dem gemäß, was oben von der Geſchwindigkeit des Schalles erwieſen worden (§. 34.). Woher kömmt es aber, daß der Donner bisweilen ſo rollt und ſo lange dauert? Die Malabaren verſichern, daß alsdenn in einer andern Welt Krieg geführet werde. Und dieſes wäre vielleicht das leichteſte Mittel aus der Sache zu kommen. Der gemeine Mann ſchreibt es wohl gar dem Teufel zu; und man kan es ihm eben nicht ſonderlich verdencken, da er Gelehrte zu Vorgängern gehabt. Helmont, der zu ſeiner Zeit für einen recht tiefſinnigen Philoſophen angeſehen wurde, pflichtete dieſer Lehre bey, welche vormahls die Priſcillianiſten behaupteten. Zu allem Glück iſt dieſe Meynung auf einem Concilio verdammet worden. Und ich glaube ſelbſt, man habe es eben nicht nöthig, die böſen Geiſter mit dem Donner zu beſchäf-

schäftigen. Das erschrecklichste Brüllen und Rollen des Donners ist in der That nichts anders als ein oft wiederhohltes Echo. Denn so oft der Schall an Berge, Wälder, Gebäude und dergleichen anstößt: so oft prallt er zurücke und verursacht also ein vielfaches Echo (§. 355.). Daher befindet man, daß der Donner in bergigten Gegenden viel fürchterlicher klingt, als auf dem platten Lande. Ja wenn man auf einem Berge, dessen Spitze über die Wolcken reichet, eine Pistole losschießt: so ist der Schall ungemein schwach, weil die Luft auf dem Berge sehr dünne ist (§. 287.), und der Schall in einer dünnern Luft allemahl schwächer ist als in einer dichtern (§. 328.). Indessen hört man den Knall der Pistole unten am Berge nicht nur viel stärcker, sondern auch vielmahl hinter einander fast auf eben die Art, als wenn der Donner rollte. Geschiehet dieses aber wohl aus einer andern Ursache, als weil der Schall an desto mehrere Cörper anstossen kan, je höher der Ort ist da er hervorgebracht wird?

Wo der Blitz entstehet.

§. 567. Daß Blitz und Donner nicht über den Wolcken sey wissen diejenigen, welche sich zur Zeit eines Ungewitters auf einem hohen Berge befinden. Denn es ist auf dem Berge über den Wolcken das angenehmste Sommerwetter, wenn das Gewitter in den Thälern auf das heftigste wütet. In den Wolcken selbst kan der Blitz auch nicht wohl

entstehen. Es würden die wässerigen Dünste dergleichen schnelle Entzündung verhindern (§. 526.). Scheint es gleich, als führe der Blitz zwischen den Wolcken heraus: so ist dieses doch ein blosser Betrug der Sinne, welcher daher entstehet, weil wir zwischen dem Blitze und den Wolcken keinen Cörper weiter wahrnehmen. Es bleibt demnach dem Blitze kein Ort übrig, da er entstehen könnte, als zwischen der Erde, und den Wolcken, Und die Erfahrung hat gelehrt, daß sich der Blitz selbst auf der Erde entzünden u. von derselben erst in der Luft in die Höhe fahren könne. Scipio Maffei hat den Blitz in der Stube, da er nebst andern gewesen, auf dem Boden der Stube anfangs als eine kleine blaue Flamme wahrgenommen, welche nach und nach grösser geworden, und im Augenblick mit einem entsetzlichen Knalle in die Höhe gefahren, und sonderlich in dem obersten Stockwercke des Hauses Schaden gethan. Der Abt Hieronymus Lion ward durch eine gleichmässige Erfahrung davon versichert, ohnerachtet er der Erzehlung des Maffei vorher seinen Beyfall versagt hatte.

Würckungen des Blitzes.

§. 568. Die gewaltsamen Würckungen, welche das Donnerwetter zu verrichten pfleget, sind bekannt. Sie sind aber entweder dem Blitze, oder der durch die Flamme vermehrten Elasticität der Luft zuzuschreiben. Es ist eine Würckung des Blitzes, wenn verbrenn-

brennliche Sachen entzündet, und die Metalle zerschmoltzen werden. Von dem erstern giebt die Erfahrung Exempel genug an die Hand, indem es nicht selten geschiehet, daß gantze Häuser dadurch in Brand gerathen; von dem andern aber findet man auch hin und wieder einige Proben, denn man hat angemercket, daß zinnerne Teller oder wohl gar ein Degen in der Scheide durch den Blitz zerschmeltzet worden. Daß Metalle von der Hitze zerschmeltzen ist bekannt, und da der Blitz eine starcke Flamme ist, wie unter andern aus seiner weissen Farbe erhellet (§. 502.): so wird man nicht zweifeln, daß er dergleichen Würckungen zu verrichten vermögend sey. Nur dieses scheint was gantz ausserordentliches zu seyn, wenn eine Klinge zerschmeltzet, ohne daß vorher die Scheide, darinnen sie steckt, verbrannt wird. Allein, die Luftlöcher der Scheide verstatten dem Blitze einen freyen Durchgang. Das Metall hingegen welches viel engere Zwischenräumgen hat, widersteht seiner Bewegung stärcker. Ist nun keine Würckung möglich, wo kein Widerstand ist (§. 36.): so ist leicht zu erachten, daß der Blitz stärcker in das Metall als in die Scheide würcken könne. Und habe ich nicht schon vorher erwiesen, daß das Feuer keinen Cörper verbrenne, durch dessen Zwischenräumgen es geschwind hindurchfähret? Der Blitz, welcher alles dieses verursachet,

zeigt sich nicht beständig unter einerley Gestalt, meistentheils nimmt er eine schlangenförmige Figur an, weil die Luft, in welcher er sich entzündet, durch die Flamme gewaltig ausgedehnt wird, und zugleich in eine heftige Bewegung geräth, welcher Bewegung der entzündete Strahl zu folgen genöthiget ist. Bisweilen fällt aber auch der Blitz unter der Gestalt einer feurigen Kugel vom Himmel. Ich habe selbst dergleichen Feuerkugel, welche im Diameter ohngefehr drey Schuh hatte, mit der gröſten Geschwindigkeit herunterfallen sehen, als ich von dem Orte, wo das Gewitter einschlug, etwan 20 Schritt entfernt gewesen. Als diese Kugel den Erdboden erreichte: so zerplatzte sie wie eine Raquete in unzählige Funcken. Daß dergleichen Blitz aber aus nichts anders als schwefelichten Ausdünstungen entstehe, bezeugt der schwefelichte Geruch, welchen das Holtz, darüber er hinwegfähret, annimmt.

Wie das Wetter einschlägt.

§. 569. Daß das Ungewitter bisweilen die stärcksten Mauren zerschmettere, ist sonder Zweifel der Elasticität der Luft, welche sich durch den Blitz auf einmahl ausdehnet, zuzuschreiben. Nun habe ich bereits einige Proben angeführt, was eine erhitzte Luft für eine Gewalt habe. Damit man aber desto weniger hieran zweifele: so will ich den Zufall erzehlen, den mir der selige Herr Geheimde Rath Hofmann, als eine Sache die er selbst in

Au-

Augenschein genommen, erzählt hat. Es wurde An. 1698. in der Apothecke zu Zellerfelde auf dem Hartzte eine Retorte mit balsamo sulphuris feste verstopft in den Stand gesetzt, und ihr zu starck Feuer gegeben, daß sie mit einem heftigen Knalle zersprungen. Der Junge, welcher im Hofe stund, fiel davon wider die Wand, als wenn er gantz ohnmächtig wäre. Ein anderer, der in der Hofthür stund, fiel zu Boden. Die Küchenfenster waren ausgeschmissen und zerbrochen. Die Kellerthüre, und noch eine andere, die aus dem Keller in das Laboratorium gieng, war erbrochen, und die erstere mit einigen Töpfen und Schüsseln in den Hof geschmissen, von der andern aber war ein festes Schloß losgerissen. Aus dem Keller gieng eine Wendeltreppe in ein Gemach, dessen Thüre hatte sich gleichfals geöfnet, und waren verschiedene Gefässe von Porcellan nieder auf die Erde geworffen, da doch andere dazwischen unbeschädigt stehen geblieben. Die beyden Fenster in selbigen Gemach hat es mit den Rahmen in den Hof geführt, die andern Fenster aber ausgeschlagen, ohne die Rahmen zu beschädigen. In einer andern Stube hat es die untern Bretter aufgebrochen, die Einfassung der Thüre niedergerissen und die Fenster beschädiget. Es hat ferner die Thüren in der Kammer, wo die gebrannten Wasser verwahrt werden, geöffnet und in

der Apothecke selbst die Fenster aufgemacht und beschädigt. Sind diese Würckungen nicht heftig genug? Haben sie aber auch ihren Ursprung etwas anders, als einer durch die Flamme des entzündeten balsami sulphuris erhitzten Luft (§. 307.), und dem starcken Knalle der zersprungenen Retorte, welcher ebenfalls in nichts anderm, als in einer zitternden Bewegung der Luft bestehet, zu dancken (§. 327.)? Man wird also nicht zweifeln dürfen, daß der Blitz, wenn er in einem Hause oder in einer Kirche entsteht, da er sich wegen der daselbst befindlichen kühlen Luft auch ohne dem leichter entzündet (§. 505.), eben dergleichen und noch grössere Würckungen zu verrichten fähig sey, und man wird die Donnerkeile erspahren können, welche man zu Auflösung solcher Begebenheiten erdichtet.

Warum Menschen vom Donner erschlagen werden.

§. 570. Jedermann weiß, daß Menschen und Vieh bisweilen von dem Donner erschlagen werden: es fragt sich also billig, wie dieses zugehe. So viel ist gewiß, daß nicht alle aus einerley Ursache sterben. Furchtsame Personen können vom blossem Schrecken über den gehörten Knall des Todes seyn. Denn der Schrecken ist ein der menschlichen Natur höchst schädlicher Affect. Die blasse Farbe und die Kälte der äussern Theile giebt deutlich zu erkennen, daß die Haut heftig zusammengezogen und das Blut zurücke gegen das

Hertz

Hertz getrieben werde. Von solchem Zuflusse des Blutes kan das Hertze dergestalt ausgedehnt werden, daß es nicht vermögend ist, sich wieder zusammen zu ziehen, und sodann geht mit seiner Bewegung zugleich das Leben verloren. Daher nimmt man an dergleichen Personen nicht die geringste äussere Beschädigung wahr. Bisweilen aber zeigen sich an dem Leibe der vom Blitze beschädigten Leute rothe Streiffen, welche sonder Zweifel durch das Brennen des entzündeten Strahles entstanden sind. In diesem Falle ist ein solcher Mensch würcklich in dem entzündeten Strahle gewesen. Wenn nun der Blitz nichts anders als eine Menge schwefelichter Dünste ist, welche sich entzünden (§. 568.): so kan er eben so wohl, wie andere schwefelichte Ausdünstungen, die Menschen des Lebens berauben (§. 397.), indem er nicht nur das Athemholen verhindert, sondern auch überdiß das Blut gewaltig ausdehnet. Zerspringt nun etwan eine Ader im Gehirne: so erfolgt ein Schlagfluß, welcher die Ursache eines augenblicklichen Todes ist. Da nun die Cörper derer, welche am Schlagflusse verstorben sind, auf der einen Seite blau zu werden pflegen, und ihnen nicht selten das Blut zur Nase herausläuft: so sieht man, warum sich eben dergleichen Umstände bisweilen bey denen vom Donner Erschlagenen zeigen. Hierzu kömmt noch, daß sich die Luft von dem entzündeten

Blitze so heftig ausdehnet (§. 263.), daß dergleichen Personen, welche mit dem Blitze umgeben sind, sich in einer sehr dünnen Luft befinden, und daher solche Veränderungen, wie ein Thier im luftleeren Raume, in ihrem Cörper empfinden (§. 323.).

Wie man sich vor dem Donner hüten könne.

§. 571. Aus dem allen wird man urtheilen können, daß es nicht gut sey, wenn man sich zur Zeit eines Ungewitters starck erhitzt. Es gehen mit dem Schweisse viele schwefelichte Ausdünstungen aus dem Cörper heraus, und es ist nichts unmögliches, daß diese durch den Blitz entzündet werden, und man also in dem entzündeten Strahl zu stehen kömmt. Es ist ferner nicht rathsam, sich an einem solchen Orte aufzuhalten, wo die Luft einen starcken Zug hat, dergleichen zu entstehen pfleget, wenn man Thüren und Fenster aufsperret. Denn weil sich sodann die Luft gegen diesen Ort hin bewegt: so führet sie die Materie des Blitzes zugleich mit hinein, und es kan daher leicht geschehen, daß sie sich in dergleichen Orte entzündet. Das sicherste Mittel, dessen man sich wider das Donnerwetter bedienen könnte, wäre ein starckes Feuer aus dem groben Geschütze. Denn die Luft geräth durch das heftige Knallen in eine Erschütterung, durch welche die Materie des Blitzes zerstreuet wird. Wird sie nun hin und wieder zerstreuet: so kan sie sich entweder gar nicht oder doch nicht häufig entzünden

den (§. 564.). Das Läuten der Glocken, welches an einigen Orten zur Zeit des Ungewitters im Gebrauch ist, kan zu eben dem Zwecke dienlich seyn, ohnerachtet das erstere Mittel diesem letzteren ohnstreitig vorzuziehen wäre.

Nutzen der Gewitter.

§. 572. Die Gewitter sind nicht gäntzlich ohne Nutzen. Sie reinigen die Luft von schädlichen Ausdünstungen, sie machen sie zum Athemholen geschickter und kühlen sie ab. Es muß ja freylich die Luft wieder kühle werden, wenn sich die schwefelichten Dünste, die sie erhitzt hatten (§. 561.), entzünden, und wieder gegen den Erdboden herabgestürtzt werden. So gut es aber denen Menschen ist, wenn sich schwefelichte und saltzige Ausdünstungen aus der Luft verlieren: so nützlich ist es denen Pflantzen, wenn sie dergleichen mit dem Regen bekommen. Denn man hat schon längst angemercket, daß Gras und Pflantzen viel besser von einem solchen Regen, der zur Zeit des Ungewitters gefallen ist, als von einem andern gedeyen.

Von den Irrwischen.

§. 573. Wenn sich wässerigte Feuchtigkeiten mit schwefelichten Ausdünstungen vermengen: so verhindert das Wasser, daß sich die schwefelichten Dämpfe nicht auf einmahl entzünden können, sondern sie verbrennen langsamer: gleichwie man dergleichen Entzündung an dem Phosphoro, welcher aus Urin gemacht wird, wahrnimmt. Sie sind dem-

demnach nicht geschickt einen Blitz zu verursachen, und bekommen nach Beschaffenheit der Grösse, Figur und des Ortes, da sie sich zeigen, einen verschiedenen Nahmen. Befinden sie sich nahe an dem Erdboden, und haben die Grösse der Flamme eines Lichts: so werden sie Irrwische genennt, welche sich auf den Gottesäckern und an sumpfigen und morastigen Oertern am häufigsten aufzuhalten pflegen, weil an diesen Orten so wohl schwefelichte als wässerige Ausdünstungen häufig anzutreffen sind. Sie bewegen sich von dem geringsten Winde. Sie fliehen daher wenn man sie verfolgt, und folgen dem nach, welcher vor ihnen fliehet. Denn wenn man auf den Irrwisch losgehet: so stößt man beständig die Luft vor sich her, und der Irrwisch muß dieser Bewegung der Luft folgen. Fliehet man aber vor ihm: so läßt man hinter dem Rücken immer einen luftleeren Raum. Die Luft erfüllet denselbigen, und da der Irrwisch ihrer Bewegung zu folgen genöthigt wird: so folgt er dem nach, der vor ihm flieht. Man sagt auch, daß sich die Irrwische nähern sollen, wenn man betet, und davon fliehen, wenn man fluchet. Hat die Sache ihre Richtigkeit: so geschieht es aus keiner andern Ursache, als weil derjenige, welcher ängstlich betet, die Luft an sich ziehet, da der andere, welcher fluchet, dieselbe von sich stößt. Man glaubt ferner, daß die Irrwische

wische die Reisenden, wenn sie ihnen nachfolgen, in das Wasser oder in den Morast zu führen pflegen, welches gar wohl möglich ist, da sie gemeiniglich an morastigen Oertern angetroffen werden. Sollten nun alle diese Sachen nicht hinreichend genug seyn, den gemeinen Mann zu überreden, daß die Irrwische ohnmöglich etwas anders als Gespenster seyn könnten? Warum halten sie sich eben auf den Gottesäckern auf? Warum führen sie die Leute in den Morast, wenn es keine solche unglückliche Geister sind? Allein, Robert Flud hat sie erhascht, und befunden, daß es nichts anders als eine leuchtende Materie ist, welche so zähe ist als das Froschleich.

Von den Sternschnuppen.

§. 574. Wenn sich dergleichen zähe und schwefelichte Materie höher in der Luft befindet, dem Ansehen nach die Grösse eines Sterns hat, und indem sie sich entzündet zu Boden fällt: so heißt sie eine Sternschnuppe. Hebt man sie, nachdem sie heruntergefallen ist, auf; so sieht man, daß es ebenfals eine zähe Materie ist wie Leim. Einen gleichen Ursprung haben die Funcken, welche sich zeigen, wenn man eine Katze im Finstern streicht; welches man auch bey einigen Menschen wahrgenommen hat, wenn sie sich im Dunckeln gekämmet haben. Der Schweiß hat schwefelichte Theilgen bey sich, welche sich entzünden, wenn sie durch das Reiben in Bewegung gesetzt werden. Doch kan ihre Entzün-

zündung wegen der wässerigten Feuchtigkeit, so sich dabey befindet, eben nicht heftig seyn. Es hat vielmehr mit ihnen fast eben die Beschaffenheit wie mit den electrischen Cörpern.

Von dem Nordscheine.

§. 575. Da der fliegende Drache, der brennende Balcken, die tanzende Ziege ꝛc. von eben der Art sind, wie die Irrwische und Sternschnuppen, nur daß sie grösser sind und sich in der Luft fortbewegen: so ist es nicht nöthig, von ihnen insbesondere zu handeln. Allein, ich werde es nicht Umgang haben können, von dem Nordscheine noch etwas zu gedencken. Daß er sich unter der Gestalt langer weisser Strahlen vorstellt, daß diese Strahlen bisweilen lodern, daß sie sich fast beständig gegen Norden zeigen, sind Sachen, die aus der Erfahrung vom Nordscheine bekannt sind. Käme dieses von den Sonnenstrahlen her, welche in Hagelkörnern oder in einer Schneewolcke gebrochen würden: warum würden wir ihn eben des Winters wahrnehmen, da die Sonne viel tieffer als im Sommer unter dem Horizonte ist? würden nicht seine Strahlen immer auf einem Orte verbleiben, oder sich doch viel langsamer bewegen müssen? Und warum hat man ihn nur in den letzten 30 Jahren so ofte gesehen? Indessen ist so viel gewiß, daß die Materie des Nordscheins in unserer Atmosphäre anzutreffen ist. Denn wäre sie höher als die Atmosphäre: so würde der Nordschein nicht nur

an

an mehreren und weit entlegenen Orten zugleich wahrgenommen werden, sondern er müste sich auch, wie andere himmlische Cörper, innerhalb 24 Stunden um die Erde bewegen. Fragt man aber, was es eigentlich sey? so ist es eben so leicht nicht, diese Frage zu beantworten. Allem Ansehen nach aber ist der Nordschein eine Materie, die mit dem Phosphorus eine grosse Aehnlichkeit hat. Und entstehet sonder Zweifel aus Ausdünstungen, welche aus der Erde herausgehen. Es ist aber freylich hier noch vieles zu untersuchen übrig.

Das 13 Capitel,

Von dem Weltgebäude.

§. 576.

Wenn in einer Sache der Verstand den Empfindungen widerspricht: so geschichet es gewiß bey der Betrachtung des Weltgebäudes. Jene stellen uns das Weltgebäude unter den verächtlichsten Bildern vor: es scheint der Himmel nichts anders als ein blaues Gewölbe zu seyn, an welchem die Sterne wie güldene Nägel angeheftet sind: dieser hingegen findet, daß es ein Werck von einer wunderbaren Pracht und Grösse sey. Die Augen treffen bey der Bewegung der himmlischen Cörper

Der Verstand stellet die Welt anders dar als die Sinne.

per die gröſte Unordnung an, und doch iſt dieſe Unordnung nichts anders als ein bloſſer Schein, der bey der Richtigkeit, welche die Natur auch hier zu beobachten pfleget, unvermeidlich geweſen iſt. Mit einem Worte: das Weltgebäude iſt einer Opera ähnlich, und die Natur iſt geſchickt genug geweſen, alle die Maſchinen und Gewichte, dadurch ſie die Veränderungen in dem Weltgebäude hervorbringt, vor den Augen ihrer Zuſchauer zu verbergen. Man kan es ihr auch eben nicht verdencken, daß ſie uns das nicht zeigen will, was nicht unſerthalben gemacht iſt. Denn wenn man die Sonne und den Mond ausnimmt: ſo haben wir von den himmliſchen Cörpern gar keinen Nutzen. Man kan ſich dieſes nur alsdenn überreden, wenn man nicht viel weiter gehet als man von den Sinnen geführet wird; und das Weltgebäude darum bewundert, weil man nichts davon verſtehen kan. Indeſſen iſt es doch nicht möglich, die wahre Beſchaffenheit des Weltgebäudes zu entdecken, wenn man ſich nicht vorher eine falſche Vorſtellung davon gemacht hat. Man betrachte die Veränderungen, welche ſich darinnen eräuſſern. Sind ſie gleich öfters ein bloſſer falſcher Schein, ſo iſt doch nichts dran gelegen. Soll man ſich ja betrügen: ſo iſt es zum wenigſten gut zu wiſſen, daß man ſich betrogen habe.

§. 577.

§. 577. Wir machen billig den Anfang dieser Betrachtungen von der Sonne, welche, wie sich hernach zeigen wird, der vornehmste Cörper in unserer gegenwärtigen Weltordnung ist. Diese erleuchtet und erwärmet alle Cörper, ihre Wärme dehnet sie aus (§ 253.), ihre Strahlen entzünden, zerschmeltzen und calciniren, wenn sie vermittelst der Brenngläser und Brennspiegel in einen engen Raum gebracht werden (§. 458.). Da sie nun also alle Würckungen des Feuers verrichtet: so kan man nicht zweifeln, daß die Sonne ein würckliches Feuer sey. Vormahls hielte man sie für das allerreineste und elementarische Feuer; allein dieser Vorzug ist ihr streitig gemacht worden, da man durch die Ferngläser fast beständig Flecken in ihr wahrnimmt, welche der gelehrte Jesuit, **Christoph Scheiner**, An. 1611. zuerst bemercket hat. Sie haben eine schwärtzliche Farbe, und stellen sich bald rund, bald aber unter einer andern unordentlichen Figur auf der Oberfläche der Sonne dar. Sie sind an der Grösse gar sehr von einander unterschieden und vielen Veränderungen unterworffen, indem sie bald entstehen, bald aber wieder verschwinden; doch dauret immer ein Flecken länger als der andere, und man hat einige 70 bis 80 Tage auf der Oberfläche der Sonne gesehn. Im übrigen hat man es den Sonnenflecken zu dancken, daß man nunmehro gewiß weiß, es

Von der Sonne.

drehe sich die Sonne binnen 27½ Tagen um ihre Axe herum. Denn sie bewegen sich insgesamt auf der Sonne von Morgen gegen Abend, und bringen 13 Tage und 12 Stunden zu, ehe sie von dem einen Rande der Sonne zu dem andern gelangen. Da sie sich nun eben so lange hinter der Sonne befinden, und diese Bewegung ihnen allen gemein ist: so hat man daraus geschlossen, daß sich die Sonne in 27 bis 28 Tagen um ihre Axe einmahl herumdrehe; dreht sich aber die Sonne um ihre Axe herum: so würde sie ihre runde Figur verändern, wenn sie keine Kugel wäre. Derowegen fließt ferner hieraus, daß die Figur der Sonne einer kugelrunden Gestalt am allernähesten komme.

Von den Sonnenflecken.

§. 578. Wenn nun die Sonnenflecke gewiß vorhanden sind: so fragt es sich billig, was man daraus machen solle? Sie sind sehr veränderlich, und daher verfallt niemand darauf, daß es beständige und ordentliche Weltcörper seyn solten. Die Naturkündiger halten sie entweder für Sonnenwolcken, welche aus dem Rauche und Dampfe, der aus der Sonne aufsteiget, entspringen; oder sie behaupten, daß es grosse Stücke von derjenigen Materie sind, woraus die Sonne bestehet, welche sich entweder noch gar nicht entzündet haben, oder schon ausgebrannt sind. Ich halte, man thue am besten, wenn man beydes zusammennimmt. Diejenigen Flecken, wel-

welche geschwind entstehen und wieder verschwinden, sind vermuthlich nichts anders als Rauch und Dampf, der aus der Sonne in die Höhe gestiegen ist: die andern aber, welche länger dauern, werden feste Theile der Sonne seyn. Dieses wird dadurch bestätiget, daß einige Flecken länger hinter der Sonnen geblieben, als sie sich auf ihrer Oberfläche dargestellt; andere hingegen bringen eben so viel Zeit vor der Sonne, als hinter derselben zu. Wer wolte aber zweifeln, daß nicht die letztern gantz nahe bey der Sonnen, die ersteren aber weiter von ihr entfernet gewesen wären?

§. 579. Daß die Sonne weit von dem Erdboden entfernet seyn müsse, erhellet daraus, weil sie einen so grossen Theil des Erdbodens auf einmahl erleuchtet. Es beträgt aber ihre Entfernung von der Erde nach astronomischer Rechnung 24000 halbe Erddiameter, aus welcher grossen Entfernung man leicht auf die Grösse der Sonnen einen Schluß machen kan. Caßini behauptet, daß sich der Diameter der Sonne zum Diameter der Erde verhalte, wie 100 zu 1. Diesem zu folge verhält sich die Oberfläche der Sonne zu der Oberfläche der Erde wie 10000 zu 1, und der cörperliche Inhalt der Sonne zum Inhalt des Erdbodens wie 1000000 zu 1. Solchergestalt wäre die Sonne eine Million mahl grösser als unser Erdboden. Dieses

Entfernung und Grösse der Sonne.

ses sind keine blosse Muthmassungen, wie man gemeiniglich glaubt, sondern Sachen, welche sich aus astronomischen Gründen richtig erweisen lassen. Und daher darf man kein Bedencken tragen, es in der Naturlehre, als eine Sache, von der man schon versichert ist, anzunehmen. Die Sternverständigen beweisen in der Ausrechnung der Sonn- und Mondfinsternissen so viele Geschicklichkeit. Solte man also wohl glauben können, daß sie sich in Ansehung der Grösse und Entfernung der himmlischen Cörper allesamt solten verrechnet haben?

Von den Planeten.

§. 580. Ausser der Sonne und dem Monde nimmt man mit blossen Augen noch fünf andere Sterne wahr, welche, in Ansehung der übrigen, ihre Stelle verändern. Sie werden Planeten genennt, und heissen, Mercurius, Venus, Mars, Jupiter und Saturnus. Als man noch nicht sonderlich weit in der Sternwissenschaft gekommen war: so setzte man die Erde in den Mittelpunct der Welt, und ließ die Planeten in folgender Ordnung um sie herum laufen. Der erstere war der Mond, hierauf folgte Mercurius, hernach die Venus, die Sonne, der Mars, der Jupiter und Saturnus. Gantz oben aber war der Himmel der Fixsterne. Diese Weltordnung ward von ihrem Urheber Ptolomäus das ptolomäische Systema genannt. Allein, aller der groben Fehler, welche dieses Sy-

Systema hat, zu geschweigen: so wird es dadurch übern Hauffen geworffen, wenn sich, wie hernach soll erwiesen werden, die Planeten nicht um die Erde, sondern um die Sonne bewegen. Damit aber dieses geschehen könne: so müssen wir die Planeten etwas genauer betrachten. Wir machen den Anfang mit dem Mercur.

Was die Erfahrung von dem Mercur lehret.

§. 581. Der Mercur ist immer nahe bey der Sonne. Eine Zeitlang folget er der untergehenden Sonne nach, und hernach gehet er wieder vor der aufgehenden Sonne her. Doch entfernet er sich niemahls über 28 Grade von derselben. Betrachtet man ihn mit den Ferngläsern: so findet man, daß er niemahls mit vollem Lichte scheinet; sondern er ist etwas über die Helfte erleuchtet, wenn er der untergehenden Sonne nachfolget. Hat er die gröste Entfernung: so ist er halb erleuchtet. Und wenn er sich hernach wieder der Sonne nähert: so nimmt er eine sichelförmige Gestalt an sich. Diese sichelförmige Gestalt behält er auch, wenn er vor der aufgehenden Sonne hergehet. Er ist halb erleuchtet, wenn er seine gröste Entfernung hat. Und sein Licht nimmt noch immer mehr zu, je näher er der Sonne kömmt. Ueberhaupt aber bemerckt man, daß sein scheinbarer Diameter desto grösser ist, je kleiner der erleuchtete Theil des Mercurs ist, und daß dieser scheinbare Diameter desto

kleiner ist, je ein grösserer Theil erleuchtet erscheinet. Ferner, so hat der Mercur beständig eine solche Stellung, daß der erleuchtete Theil desselben gegen die Sonne gekehrt ist.

Beschaffenheit des Mercurs.

§. 582. Hieraus erhellet also, daß der Mercur ein dunckeler Cörper seyn müsse. Denn, hätte er sein Licht von ihm selber, warum würde es ab- und zunehmen (§. 581)? Er muß also sein Licht von einem andern Cörper bekommen, und man sieht wohl, daß dieses kein anderer als die Sonne seyn könne. Welches dadurch, daß immer der erleuchtete Theil des Mercurs gegen die Sonne gekehrt ist, ausser allen Zweifel gesetzt wird (§. cit.). Da nun ferner das Licht des Mercurs dergestalt ab- und zunimmt, daß die Grentze des Lichts und Schattens immer ein Circulbogen ist: so muß der Mercur selbst eine kugelrunde Gestalt haben. Denn auf keinem Cörper wird Licht und Schatten beständig durch einen Circulbogen von einander getrennt, als auf der Kugel.

Bewegung des Mercurs, Tab. VIII. Fig. 101.

§. 583. Aus den Veränderungen, welche man bey den Mercur wahrnimmt (§. 581.), hat man geschlossen, daß er sich in einer krummen in sich selbst zurücklauffenden Linie um die Sonne bewege. Man sieht sich genöthiget, dieses einzuräumen, wenn man den Grund desjenigen, was sich mit dem Mercur ereignet, anzeigen soll. Es sey also S

die

die untergehende, ſ aber die aufgehende Sonne, T die Erde, ſTS der Horizont, und der um die Sonne beſchriebene Circul die Laufbahn des Mercurs. Weil er nun ſein Licht von der Sonne bekömmt: ſo iſt nur immer diejenige Helfte erleuchtet, welche er der Sonne zukehret. Wir ſehen aber auf dem Erdboden nicht allemahl die gantze erleuchtete Helfte, ſondern wir erblicken nur immer den Theil, welchen die Linie abſchneidet, die auf der Linie, welche von dem Erdboden T nach dem Mittelpuncte des Mercurs gezogen iſt, perpendicular ſtehet. Es ſey alſo der Mercur in G: ſo kehrt er zwar den gantzen erleuchteten Theil gegen den Erdboden T, er kan aber, dem ohngeachtet, wegen der Sonne S nicht geſehen werden. Hat er ſich endlich aus den Sonnenſtrahlen ausgewickelt, und befindet ſich im Puncte A: ſo erſcheinet ein gröſſerer Theil deſſelben als ein halber Circul erleuchtet. In B hat er die gröſte Entfernung von der Sonne, denn man ſieht ihn unter den Winckel GTB. Man ſieht aber auch alsdenn nur die Helfte des erleuchteten Theils. Und ſo iſt ferner klar, daß er eine ſichelförmige Geſtalt annehme, wenn er ſich wieder der Sonne nähert, und aus B in C herunterſteigt. Kömmt er nun in den Punct M: ſo kehrt er die dunckele Helfte gegen den Erdboden, und man kan ihn alsdenn entweder gar nicht ſehen, oder er ſtellt ſich als ein

schwartzer Flecken auf der Oberfläche der Sonne dar, welche Begebenheit man schon etliche mahl wahrgenommen hat. Steigt der Mercur noch weiter herunter: so kömmt er des Abends eher unter den Horizont als die Sonne, er geht aber auch des Morgens eher als jene auf. Man fängt ihn also an nicht mehr des Abends, sondern des Morgens wahrzunehmen. Und man kan alle seine Veränderungen bestimmen, wenn man sich die Mühe nimmt, ihn auf seinem Kreise einmahl herumzuführen. Da im übrigen der Mercurius desto weniger Licht hat, je näher er dem Erdboden kömmt: und ein Cörper desto grösser erscheinet, je näher er dem Auge ist: so darf es uns nicht befremden, daß der scheinbare Diameter des Mercurs zunimmt, wenn sein Licht abnimmt, dergestalt, daß der Mercur im Diameter noch einmahl so groß erscheinet, wenn er eine sichelförmige Gestalt hat, als wenn er bey nahe völlig erleuchtet ist (§. 581.).

Grösse des Mercurs.

§. 584. Die Grösse des Mercurs verhält sich zu der Grösse der Erden wie 1 zu $6\frac{2}{7}$. Solchergestalt ist der Mercur bey nahe siebenmahl kleiner als unser Erdboden. Wenn wir setzen daß die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne in 1000 gleiche Theile eingetheilt sey: so bekömmt der Mercur zu seiner Entfernung von der Sonne 387 solcher Theile. Seinen Lauf um die Sonne bringt

er

Digitized by Google

er in 87 Tagen, 23 Stunden 15 Minuten und 38 Secunden zu Ende.

§. 585. Die Venus bewegt sich fast eben so, wie der Mercur. Allein, sie geht weiter wie jener von der Sonne hinweg. Denn ihre gröste Entfernung beträgt bey nahe 48 Grade. Durch die Ferngläser scheinet sie mehr erleuchtet als der Mercur. Im übrigen aber nimmt ihr Licht auf eben die Art ab und zu. Es nimmt auch hier der scheinbare Diameter zu, wenn das Licht abnimmt, indem er bey nahe sechsmahl grösser erscheinet, wenn die Venus eine sichelförmige Gestalt hat, als wenn sie fast mit vollem Lichte scheinet. Es ist demnach auch die Venus ein dunckler Cörper. Sie bekömmt ihr Licht von der Sonne, sie hat eine kugelrunde Gestalt, sie bewegt sich eben so, wie der Mercur, um die Sonne, sie ist aber weiter als jener von derselben entfernt. Daher trägt es sich nicht so ofte zu, daß sie sich als ein schwartzer Fleck durch die Sonne hindurch bewegt. Man hat solches nur einmahl wahrgenommen, nemlich A. 1639. den 24 November st. v. und diese Begebenheit wird nicht eher wiederkommen bis 1761. den 25 May. Von der Venus.

§. 586. Wenn die Venus eine sichelförmige Gestalt hat, und man betrachtet sie durch Ferngläser: so nimmt man wahr, daß der innere Rand der erleuchteten Sichel gantz zackigt aussiehet. Wenn die Grentze des In der Venus giebt es Berge.

Lichts und des Schattens in der Venus zackigt ist: so muß ein Theil derselben eher erleuchtet werden als die übrigen. Nun ist kein Grund vorhanden, warum ein Theil eher erleuchtet werden solte als der andere, wenn er nicht höher lieget. Derowegen müssen einige Theile der Venus merklich über die andern erhaben seyn. Ein Theil eines Weltcörpers, welcher merklich höher liegt als die übrigen, wird ein Berg genennt. Derowegen ist man gewiß, daß es in der Venus Berge giebt. Und diese müssen sehr groß seyn, weil man sie in einer solchen Entfernung wahrnehmen kan. Ich habe mit guten Bedachte gesagt es sey gewiß daß in der Venus Berge anzutreffen wären. Denn der gantze Beweiß gründet sich auf mathematische Wahrheiten und unläugbare Erfahrungen, zwey unbewegliche Grundsäulen der Wissenschaft. Dem ohngeachtet hält dieses der gemeine Mann für falsch und die meisten Gelehrten kaum für wahrscheinlich. Aber so ist es, der Pöbel und die Gelehrten so ihm ähnlich sind, wissen Sachen davon man unmöglich etwas wissen kan, und das, was man weiß, ziehen sie in Zweifel. Hat nicht der vortrefliche Haller dieses vollkommen eingesehn wenn er schreibt?

Der Pöbel hat sich nie zu dencken unterwunden;
Er sucht die Warheit nicht, und hat sie doch gefunden.

Sein

Sein blosser Beyfall ist sein bündigster Beweis;
Er glaubet kräftiger, je weniger er weiß.
Ihm wird der Weiseste zu schwache Stricke legen;
Er spricht ein trotzig Ja, und lößt sie mit dem Degen.

§. 587. Man hat mit den Ferngläsern dunckele Flecken in der Venus wahrgenommen, welche sich bewegt haben, und nach 23 Stunden wieder an ihren vorigen Ort gekommen sind. Weil die Sonne alle Theile der Venus erleuchtet, und gleichwohl ein Theil dunckler aussiehet als der andere: so muß ein Theil der Venus das Licht nicht so starck, als der andere, zurückewerffen; wenn aber ein Theil der Venus das Licht stärcker als der andere zurückewirft: so ist sie aus Theilen von verschiedener Art zusammengesetzt. Denn da die dunckeln Flecke das Licht nicht so häufig als die übrigen zurückewerffen: so müssen sie einen Theil der Strahlen hindurchgehen lassen. Ein Cörper, welcher die Lichtstrahlen hindurchfallen läßet, ist durchsichtig (§. 439.). Derowegen muß daselbst ein durchsichtiger Cörper anzutreffen seyn, wo man die dunckeln Flecke siehet. Und nun wüste ich nicht, warum dieses kein Wasser seyn sollte, oder doch ein Cörper, welcher mit dem Wasser eine grosse Aehnlichkeit hat, da das Wasser einen Theil der Strahlen hindurchfallen läßt, und den an-

Flecken in der Venus.

andern reflectirt (§. 440.): Weil endlich die Flecke eine Bewegung haben, und nach 23 Stunden wieder an denselben Ort kommen: so muß sich die Venus innerhalb 23 Stunden einmahl um ihre Axe herumdrehen; und weil sie ihre Figur nicht verändert, eine Kugel seyn.

Grösse und Entfernung der Venus.

§. 588. Die Venus ist bey nahe so groß wie unser Erdboden, und nur um $\frac{1}{100}$ kleiner. Ihre mittlere Weite von der Sonne ist 723 solcher Theile deren die Entfernung der Sonne von der Erde 1000 hat. Und ihren Lauf um die Sonne vollendet sie nach 224 Tagen 14 Stunden 49 Minuten und 20 Secunden.

Von dem Mars.

§. 589. Mars scheinet so wohl mit vollem Lichte, wenn er der Sonne gegen über stehet, als wenn er mit ihr an einem Orte des Himmels gesehen wird. Betrachtet man ihn aber durch ein Fernglaß, wenn er 90 oder 120 Grad von der Sonne entfernet ist: so ist er nicht völlig erleuchtet, sondern erscheinet auf die Art, wie der Mond, wenn er anfängt abzunehmen. Indessen ist doch immer der erleuchtete Theil gegen die Sonne gekehrt. Gleichwie nun hieraus erhellet, daß Mars ein dunckeler Cörper sey, der sein Licht von der Sonne bekömmt: so ist zugleich klar, daß er eine kugelrunde Gestalt haben müsse. Nimmermehr würde sich Licht und Schatten durch einen Circulbogen von einander trennen, wenn der Mars keine Kugel wäre.

Mars

§. 590. Man hat aber noch einen andern

Grund,

Grund, aus welchem sich dieses erweisen läßt. Mars drehet sich um seine Axe. Wäre er nun keine Kugel: so würde er seine circulrunde Gestalt durch das Umdrehen verändern, welches gleichwohl nicht geschiehet. Daß sich aber Mars um seine Axe herumdrehe, hat man aus der Bewegung der Flecke, welche man mit den Ferngläsern auf seiner Oberfläche wahrnimmt, geschlossen. Denn man hat befunden, daß diese Flecken nach 24 Stunden und 40 Minuten wieder an ihre vorige Stelle zurückkommen. Man wird aus dem, was bey der Venus gesagt worden, urtheilen können, was man aus diesen Flecken zu machen habe (§. 587.). Sie sind durchsichtige Cörper, und allem Vermuthen nach nichts anders als Wasser. Welches noch dadurch bestätigt wird, daß sie ihre Figur bisweilen verändern.

dreht sich um die Axe.

§. 591. Weil Mars im scheinbaren Diameter 8 mahl gröſſer aussiehet, wenn er der Sonne entgegengesetzt ist, als wenn er sich mit ihr an einem Orte befindet: so muß er in dem ersten Falle der Erde achtmahl näher seyn, als in dem letztern. Da er nun solchergestalt seine Entfernung von der Erde so sehr verändert: so kan diese nicht der Mittelpunct seiner Laufbahn seyn, sondern er muß sich vielmehr um die Sonne herumbewegen, doch so, daß er weiter von der Sonne, als unsere Erde, entfernet ist. Daher wird man aus der Fi-

Mars bewegt sich um die Sonne.

Fig. 102.

Tab. VIII. Figur, in welcher S die Sonne, T die Erde, und der Circul die Bahn des Martis vorstellet, den Grund von allen seinen Veränderungen abnehmen können.

Grösse und Entfernung des Martis.

§. 592 Die Grösse des Martis verhält sich zu der Grösse der Erde wie 1 zu $5\frac{1}{4}$. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist 1524 von den 1000 Theilen der Entfernung der Sonne und Erde. Und seinen Lauf um die Sonne bringt er in 686 Tagen, 22 Stunden und 29 Minuten, zu Ende.

Von dem Jupiter.

§. 593. Jupiter unterscheidet sich von allen übrigen Planeten durch die dunckeln Binden, die man mit den Ferngläsern auf seiner Oberfläche wahrnimmt; und da sich bisweilen auch ein kleiner Flecken darinnen zeiget, welcher sich bewegt, und nach 9 Stunden und 56 Minuten wieder an den vorigen Ort kömmt: so hat man geschlossen, daß sich der Jupiter binnen dieser Zeit um seine Axe herumdrehe. Dieser Flecken bewegt sich am Rande des Jupiters langsamer, und erscheinet daselbst schmäler als in der Mitten, welches sich aus optischen Gründen begreiffen läßt (§. 452.). Daher hat man eben dergleichen an den Sonnenflecken bemerckt. Weil im übrigen der Jupiter, ohnerachtet er sich umdrehet, immer rund aussiehet: so muß seine Figur einer kugelrunden Gestalt sehr nahe kommen.

§. 594.

§. 594. Simon Marius, ein Brandenburgischer Mathematicus, hat An. 1609. vier kleine Sterne bey dem Jupiter wahrgenommen, welche um ihn eben so, wie der Mond um unsere Erde, herumlauffen, daher sie auch Jupitersmonden oder Jupiterstrabanten genennt werden. Der erstere hat seine gröste Entfernung von dem Jupiter, wenn er $2\frac{5}{6}$, der andere $4\frac{1}{2}$, der dritte $7\frac{1}{6}$, und der vierte $12\frac{2}{7}$ Jupiters Diameter von dem Jupiter entfernet ist. Ihren gantzen Lauf um den Jupiter bringen sie in folgenden Zeiten zu Ende: Der erste in 1 Tage, 18 Stunden, 27 Minuten, 34 Secunden. Der andere in 3 Tagen, 13 Stunden, 13 Minuten, 42 Secunden. Der dritte in 7 Tagen, 3 Stunden, 42 Minuten, 36 Secunden. Der vierte in 16 Tagen, 16 Stunden, 32 Minuten, 9 Secunden. Wenn ein Trabante vor dem Jupiter vorbeygeht: so sieht man auf dem Jupiter einen dunckeln Fleck, in dem Orte, wo die gerade Linie hinfällt, welche man aus der Sonne durch den Trabanten auf den Jupiter ziehen kan. Dieser Flecken bewegt sich eben so, wie der Trabante selbst, durch den Jupiter hindurch. Hieraus erhellet also, daß der Trabante einen Schatten hinter sich werfe der Sonnen gegen über. Er muß demnach die Sonnenstrahlen nicht durchfallen lassen, und also ein dunckler und undurchsichtiger Cörper seyn, welcher sein Licht von

Von den Jupitерstrabanten

der

der Sonne bekömmt, und man wird von dem Jupiter selbst eben dasselbige behaupten können. Hätte er sein Licht von sich selbst; warum solte er desselben beraubet werden, wenn seine Trabanten verhindern, daß ihn die Sonne nicht bescheinen kan? Giebt man aber zu, daß der Jupiter ein dunckler Cörper ist, welcher von der Sonne erleuchtet wird: so wird man auch genöthiget seyn einzuräumen, daß er einen Schatten der Sonne gegen über werffe. Da nun seine Trabanten von der Sonne nicht beschienen werden können, wenn sie in den Schatten des Jupiters kommen: so müssen sie alsdenn ihres Lichts beraubet und folglich verfinstert werden. Welches ebenfals durch die astronomischen Observationen bestätiget wird.

Jupiter ist weiter als Mars

§. 595. Das Licht des Jupiters nimmt nicht so, wie bey den übrigen Planeten, ab und zu. Er muß demnach so weit entfernet seyn, daß seine von der Sonne erleuchtete Helfte fast beständig gegen die Erde gekehrt ist. Solchergestalt ist Jupiter weiter als Mars von der Sonne entfernt. Denn in diesem nimmt man ein merckliches Ab- und Zunehmen des Lichts wahr. Daß aber ebenfals nicht die Erde, sondern vielmehr die Sonne der Mittelpunct seiner Bewegung sey, ist daraus abzunehmen, weil sein scheinbarer Diameter noch einmahl so groß ist, wenn er der Sonne gegen über stehet, als wenn er

mit

mit ihr an einem Orte des Himmels gesehen wird, und weil er jeder Zeit mit vollem Lichte scheinet, wenn er mit der Sonne an einem Orte gesehen wird. Denn dieses ist ein Zeichen, daß er alsdenn nicht zwischen der Sonne und der Erde, sondern hinter der Sonne anzutreffen ist.

Grösse des Jupiters.

§. 596. Der Diameter des Jupiters verhält sich zum Diameter des Erdbodens, nach astronomischer Rechnung, wie 10 zu 1. Solchergestalt ist der Jupiter selbst 1000mahl grösser als unsere Erde. Seine Entfernung von der Sonne beträgt 106868. halbe Erddiameter oder 5201 solcher Theile deren die Entfernung der Erde von der Sonne 1000 hat. Seinen Lauf um den gantzen Himmel legt er nach 4332 Tagen 12 Stunden, 20 Minuten und 9 Secunden, das ist bey nahe in 12 Jahren, zurück.

Von dem Saturn.

§. 597. Der Saturn ist der entfernteste von allen Planeten in unserer Weltordnung. Daher ist sein scheinbarer Diameter nur um etwas weniges grösser, wenn er der Sonne gegen über, als wenn er mit ihr an einem Orte steht. Er hat in dem vorigen Jahrhundert denen Sternverständigen nicht wenig zu schaffen gemacht. Denn sie bemerckten, daß er seine Figur beständig veränderte, und bald so, bald wieder anders aussahe. Endlich entdeckte man nach vielen Observationen, daß der Saturn mit einem dünnen aber brei-

ten Ringe umgeben sey, welcher in Ansehung des Saturns eine Bewegung hat, und alle diese verschiedene Gestalten desselben verursachete. Man nimmt selbst den Schatten dieses Ringes auf dem Saturne wahr, welches ein Kennzeichen ist, daß er, gleichwie die übrigen Planeten, von der Sonne erleuchtet werde.

Von den Saturnustrabanten.

§. 598. Man hat im vorigen Jahrhunderte 5 Planeten um den Saturn entdeckt, welche sich um ihn herum bewegen, und Saturnustrabanten genennt werden. Wenn sie ihre gröste Entfernung von dem Saturn haben: so stehet der erste $\frac{19}{43}$, der andere $1\frac{1}{4}$, der dritte $1\frac{1}{4}$, der vierte 4, der fünfte 12 Diameter des Ringes des Saturns von dem Mittelpuncte des Saturns ab. Ihre Bewegung um den Saturn verrichten sie in folgenden Zeiten: Der erste in 1 Tage, 21 Stunden, 18 Minuten und 27 Secunden. Der andere in 2 Tagen, 17 Stunden, 41 Minuten und 22 Secunden. Der dritte in 4 Tagen, 12 Stunden, 25 Minuten und 12 Secunden. Der vierte in 15 Tagen, 22 Stunden, 41 Minuten und 14 Secunden. Der fünfte in 79 Tagen, 7 Stunden, und 48 Minuten.

Gröſſe des Saturns.

§. 599. Saturn ist ebenfals bey nahe 1000 mahl grösser als unsere Erde. Doch machen ihn einige Sternverständige etwas kleiner. Er ist 195841 halbe Erddiameter oder 9578 solcher

solcher Theile von der Sonne entfernt, deren die Entfernung der Erde von der Sonne 1000 hat, und bringt seinen Lauf um dieselbe nach 10759 Tagen, 6 Stunden und 36 Minuten, das ist bey nahe in 30 Jahren, zu Ende.

§. 600. Aus der täglichen Erfahrung ist bekannt, daß sich die Sonne binnen 1 Jahre in der Ecliptick von Abend gegen Morgen zu bewegen scheinet. Und die Sternverständige haben erwiesen, daß die Sonne solche Flächen um den Erdboden beschreibe, welche denen Zeiten der Bewegung proportional sind. Nichts ist gewisser, als daß hier eine Bewegung vorgehen müsse; allein, das ist noch nicht dadurch ausgemacht, ob die Sonne, oder ob der Erdboden diese Bewegung verrichtet. Damit sich nun dieses bestimmen lasse: so wollen wir annehmen, es bewege sich die Sonne binnen einem Jahre um den Erdboden, und zusehen, ob daraus etwas folge, welches denen Gesetzen der Bewegung widerspricht. Wenn sich die Sonne um die Erde bewegte: so beschriebe sie Flächen, die den Zeiten ihrer Bewegung proportional wären. Ein Cörper, welcher sich in einer krummen Linie bewegt, besitzt eine Centripetalkraft, welche gegen den Punct gerichtet ist, um welchen er Flächen beschreibt, die den Zeiten proportional sind (§. 112.). Derowegen müste die Sonne eine Centripetalkraft besitzen, wel-

Die Sonne bewegt sich nicht um die Erde

che beſtändig gegen den Erdboden gerichtet wäre. Iſt nun nichts ohne zureichenden Grund: ſo müſte auch ein Grund vorhanden ſeyn, warum die Centripetalkraft der Sonne vielmehr gegen den Erdboden, als gegen einen andern Punct gerichtet wäre; und man wird nicht zweifeln, daß in dem Erdboden etwas ſeyn müſte, woraus ſich dieſe Richtung der Centripetalkraft in der Sonne begreiffen lieſſe. Da nun ſolchergeſtalt der Erdboden verurſachte, daß die Sonne eine Bemühung anwendete, ſich gegen ihn zu bewegen: ſo müſte er die Sonne an ſich ziehen. Denn es zieht ein Cörper den andern an ſich, wenn er verurſacht, daß der andere eine Bemühung anwendet, ſich gegen ihn zu bewegen; hat nun aber allemahl eine Würckung eine Gegenwürckung (§. 36.), welche ihr gleich iſt: ſo müſte die Sonne den Erdboden eben ſo ſtarck, als wie dieſer jene, an ſich ziehen. Der Erdboden hat entweder eine Centrifugalkraft, oder er hat ſie nicht. Hat er ſie nicht: ſo muß er ſich mit groſſer Geſchwindigkeit der Sonne nähern und in ſie hineinfallen (§. 29.). Hat er aber eine Centrifugalkraft: ſo beſitzt er beyde Centralkräfte (§. 104.). Wenn nun ein Cörper, welcher beyde Centralkräfte hat, eine krumme Linie beſchreibet (§. 105.): ſo müſte ſich auch der Erdboden in einer krummen Linie um die Sonne bewegen. Wenn Cörper, welche beyde Centralkräfte beſitzen

und

und einander an sich ziehen, in der Bewegung um einander verharren sollen: so müssen sich ihre Geschwindigkeiten umgekehrt, als wie ihre Massen, verhalten (§. 108.). Wenn also die Sonne in ihrer Bewegung um die Erde verharren solte: so müste sich die Geschwindigkeit der Sonne zu der Geschwindigkeit des Erdbodens, wie die Masse der Erde zu der Masse der Sonne verhalten. Nun verhält sich die Masse der Erde zu der Masse der Sonne wie 1 zu 1000000. Derowegen müste sich auch die Geschwindigkeit der Sonne zu der Geschwindigkeit des Erdbodens wie 1 zu 1000000 verhalten. Da nun solchergestalt die Geschwindigkeit des Erdbodens eine millionmahl grösser wäre, als die Geschwindigkeit der Sonne: so würde die Sonne die Ecliptick in einem Jahre 1000000mahl durchzulauffen scheinen. Nimmermehr wird man dieses behaupten, indem es aller Erfahrung widerspricht. Man wird aber sodann auch nicht sagen dürfen, daß sich die Sonne innerhalb einem Jahre durch die Ecliptick um den Erdboden beweget.

Die Erde bewegt sich um die Sonne.

§. 601. Bewegt sich die Sonne nicht in einem Jahre um den Erdboden, so wird dieser selbst diese Bewegung auf sich nehmen müssen. Solchergestalt ist gewiß, daß die Erde in einer krummen Linie, welche die Ecliptick genannt wird, um die Sonne binnen einem Jahre herumläuft. Und es läßt

sich auf eben die Art, wie im vorhergehenden (§. 600), erweisen, daß sie in dieser Bewegung nicht verharren könne, wenn sie sich nicht mit der Sonne zugleich um den gemeinen Schwerpunct herumbewegt. Und folglich muß sich auch alsdenn die Sonne bewegen, wenn man gleich der Erde einen Lauf um dieselbe zueignet; allein, ihre Bewegung kan nicht merklich seyn. Denn weil sie 1000000mahl grösser ist als die Erde (§. 579.), so bewegt sie sich 1000000mahl langsamer als jene (§. 108.). Ich geschweige, daß die übrigen Planeten ebenfals in die Sonne würcken, und daher diese Bewegung verhindern.

Die Erde dreht sich herum.

§. 602. Bewegt sich die Erde eben so, wie die übrigen Planeten, um die Sonne: solte sie sich nicht, wie jene, zugleich um ihre Axe herumdrehen? Man hat gar nicht daran zu zweifeln. Sie drehet sich innerhalb 24 Stunden einmahl um ihre Axe von Abend gegen Morgen herum. Will man es leugnen: so sieht man sich genöthigt, die Sonne, die Planeten und alle übrige himmlische Cörper innerhalb 24 Stunden von Morgen gegen Abend um die Erde herumlauffen zu lassen. Denn die Erfahrung lehrt, daß sich alle Planeten und Fixsterne auf diese Art um die Erde zu bewegen scheinen. Ich bin nicht vermögend, mir dergleichen Geschwindigkeit vorzustellen, viel weniger aber begreife ich, warum die entferntesten Fixsterne eben so wohl,

wie

wie die übrigen himmlischen Cörper, innerhalb 24 Stunden um den Erdboden herumkommen solten. Man wird es aber auch nicht nöthig haben. Copernicus, ein gelehrter Preusse, hat die Sterne der Bemühung überhoben, eine so schnelle Bewegung zu verrichten. Er läßt die Erde sich einmahl um ihre Axe herumdrehen: so bekömmt es das Ansehen, als bewegten sich alle himmlische Cörper von Morgen gegen Abend um die Erde herum. Giebt man der Erde eine Bewegung um ihre Axe: so müssen die beyden äussersten Puncte in der Axe unbeweglich seyn. Diese beyden Puncte heissen die Pole, und sonderlich der eine, der Nordpol der andere der Süderpol.

§. 603. Wenn man mit einem Schiffe gegen das Land zufähret, so sieht man allemahl die Spitzen der Berge und Thürme eher als den untersten Theil derselben. Eben dasselbe kan man aber auch auf dem Lande wahrnehmen, wenn man weit von einer Stadt entfernet ist. Wäre die Erde platt wie ein Teller: so wäre kein Grund vorhanden, warum man die Spitze eines Thurmes eher als den Fuß desselben wahrnehmen solte. Die Spitze des Thurmes ist nicht weiter als sein Fuß von dem Auge entfernet. Sind nun die Lichtstrahlen, welche von seiner Spitze herkommen, hinreichend, ihn sichtbar zu machen, warum solten diejenigen, welche von dem unter-

Die Erde ist rund.

tersten Theile des Thurmes ausgeflossen sind, nicht eben dasselbe zu thun vermögen? Diese Frage muß also unbeantwortet bleiben, wenn man setzen wolte, daß die Erde platt und eben wäre. Sie bliebe aber auch alsdenn unbeantwortet, wenn man sich einbilden wolte, daß die Oberfläche des Erdbodens eine hohle Figur hätte. Ist nun der Erdboden weder platt noch hohl: so muß er nothwendig erhaben seyn. Und derowegen ist es gewiß, daß die Oberfläche des Erdbodens erhaben ist. Wenn nun gar kein Zweifel ist, daß sie nicht allenthalben erhaben seyn solte: so kan es wohl nicht anders seyn, als daß die Erde mit dem darauf befindlichen Wasser einen Cörper ausmachet, welcher einer Kugel sehr ähnlich ist. Daher kömmt es eben, daß denen Völckern, welche gegen Morgen liegen, die Sonne und Sterne eher auf und untergehen, als denen, welche weiter gegen Abend gelegen sind. Welches sich nimmermehr begreiffen liesse, wenn die Erde platt wäre. Denn so müste man einen Stern zugleich allenthalben wahrnehmen, weil man von ihm auf alle Puncte der geradelinichten Fläche der Erde gerade Linien ziehen könnte (§. 435.).

Ob die Erde eine vollkommene Kugel ist.

§. 604. Ich werde es nicht nöthig haben, einen Satz, an dessen Gewißheit niemand mehr zweifelt, ohnerachtet nicht ein jeder, welcher ihn behauptet, zugleich davon überführet ist, mit mehrern Gründen zu bestätigen.

Man

Man ist darinnen einig, daß die Erde rund ist, denn sonst hätte man sie nicht umschiffen können. Allein ist sie eine vollkommene Kugel? Die vielen Berge scheinen die kugelrunde Gestalt zu verhindern. Aber es ist gewiß, daß die grössten Berge in Ansehung des gantzen Erdbodens vor nichts zu achten sind. Man verlangt also nur zu wissen, ob die Erde eine vollkommene Kugel seyn würde, wenn gar keine Berge darauf wären? Alle Naturlehrer beantworten diese Frage mit Nein. Sie sind versichert, daß sie die Gestalt einer platt gedrückten Kugel habe. Ob sie aber an den Polen oder unter der Linie platt gedruckt sey, und ob also der Diameter der Pole, oder der Diameter der Linie kleiner sey, darüber hatte man sich bisher nicht vergleichen können. Das erstere behaupteten die **Engelländer**, das letztere aber die **Frantzosen**. Jene baueten ihren Beweis auf Gründe, und diese auf die Erfahrung. Man hätte gerne einen Richter erwehlet, welcher der Sache durch einen unumstößlichen Machtspruch den Ausschlag gegeben hätte. Allein, dieses wolte sich bey einer blos physicalischen und mathematischen Wahrheit nicht gar zu wohl thun lassen. Der gantze Streit ließ sich nicht anders, als durch eine genaue Prüfung der gemachten Vernunftschlüsse, und durch sorgfältige Wiederholung der Erfahrungen, welche man die Figur der Erde zu

bestimmen angestellt hatte, entscheiden. Bey dem letztern waren nun, wegen der grossen Kosten, die grösten Hindernisse. Allein die Freygebigkeit des Königs von Franckreich überwand auf einmahl alle Schwierigkeiten. Er schickte geübte Mathematicos nach Lappland und unter die Linie. Sie machten Observationen, sie fanden, daß der Diameter des Aequators grösser sey als der Diameter der Pole, sie pflichteten also der Meynung der Engelländer bey. Und hiedurch ward die ganze Sache auf einmahl gehoben, zum gewissen Beweise, daß es gar wohl möglich sey, durch vernünftige Schlüsse auf solche Wahrheiten geleitet zu werden, von denen man kaum glauben solte, daß man zu ihrer Erkäntniß anders, als durch die mühsamsten Versuche gelangen könnte.

Warum die Erde eine sphäroidische Figur hat.

§. 605. Die Erde würde eine vollkommene Kugel seyn können, wenn sie sich nicht um ihre eigene Axe herumdrehen müste. Durch ihr beständiges Umdrehen aber bekömmt alle eigenthümliche Materie des Erdbodens eine Kraft, sich von dem Mittelpunte zu entfernen, auf eben die Art, wie ein Stein in der Schleuder dergleichen Bemühung erhält (§. 105.). Die Cörper bemühen sich demnach, sich nach dem Tangenten der Erdkugel fortzubewegen. Diese Bemühung kan man als eine zusammengesetzte Bewegung betrachten, davon die eine Kraft der Schwere gerade entge-

Digitized by Google

entgegenwürcket (§. 45.). Wenn nun entgegengesetzte Kräfte einander verhindern: so ist es nicht anders möglich, es muß die Schwere der Cörper durch das Umdrehen des Erdbodens geringer gemacht werden, und desto geringer, je grössere Bemühung sie anwenden, sich von dem Mittelpuncte der Erde zu entfernen. Die Centrifugalkraft eines Cörpers ist desto stärcker, je geschwinder er bewegt wird. Da sich nun der gantze Erdboden binnen 24 Stunden um seine Axe herumdrehet: so bewegen sich diejenigen Theile desselben am geschwindesten, welche den grösten Raum durchlauffen. Nun beschreibt ein Punct auf dem Erdboden in dieser Bewegung einen desto grösseren Circul, je näher er dem Aequator kommt. Und folglich sucht sich die Materie unter dem Aequator am meisten, unter den Polen aber am wenigsten vom Mittelpuncte der Erde zu entfernen. Solchergestalt bekäme dadurch der Erdboden, wenn er aus einer flüßigen Materie bestünde, eine sphäroidische Figur, in welcher der Diameter des Aequators grösser wäre, als der Diameter der Pole. Denn wenn die Materie unter dem Aequator eine grössere Bemühung anwendet, sich von der Erde zu entfernen, und also auch leichter ist als unter den Polen: so drückt die Materie unter den Polen stärcker (§. 119.). Erfolgt nun die Bewegung allemahl nach der Direction der stärckern

ckern Kraft (§. 28): so muß die Erde unter den Polen platt und unter dem Aequator erhaben werden, wenn anders das Gleichgewicht wieder hergestellet werden soll. Daß aber in der That die Materie unter der Linie leichter sey, als gegen die Pole, hat die Erfahrung bestätiget. Denn man muste einen Perpendicul, welcher zu Paris eine Secunde schlug, $1\frac{1}{4}$ Linie kürtzer machen, wenn er eine Secunde schlagen solte, als man ihn in die Insul Cayenne in America, welche nicht über 4 bis 5 Grad von dem Aequator entfernet ist, gebracht hatte. Und Maupertuis hat den Perpendicul länger machen müssen, wenn er in Lappland eine Secunde schlagen solte. Ich sage, hieraus könne man erweisen, daß die Materie unter dem Aequator leichter seyn müsse als gegen die Pole; und damit dieses geschehen könne: so werden ein paar Eigenschaften des Perpendiculs vorher zu betrachten seyn.

Die Cörper sind unter der Linie leichter. Tab. III Fig. 34.

§. 606. Ein Perpendicul geht nicht langsamer, wenn nicht entweder der Faden länger oder das Gewichte leichter gemacht wird. Denn daß ein Perpendicul geschwinder gehen müsse, wenn der Faden kurtz als wenn er lang ist, läßt sich folgendergestalt darthun. Es sey AE ein Perpendicul, welcher durch den Bogen Ed niedersinckt; Fe aber ein anderer Perpendicul, der sich durch den Bogen ed bewegt:

wegt; so ist klar, daß beyde Gewichte von gleicher Höhe herunterfallen. Sie sind nemlich beyderseits durch die Linie cd heruntergesuncten. Cörper, welche von gleicher Höhe herunterfallen, bewegen sich mit gleicher Geschwindigkeit (§. 57.). Derowegen bewegt sich der Perpendicul AE eben so geschwinde, als der andere Fe. Wenn sich zwey Cörper mit gleicher Geschwindigkeit bewegen und ungleiche Raume durchlauffen: so bringt derjenige, welcher den kürzesten Raum durchzulauffen hat, seine Bewegung eher als der andere, welcher einen grössern Raum durchlauffen muß, zu Ende. Nun ist der Bogen cd kleiner als der Bogen Ed. Folglich muß der Perpendicul Fe seine Bewegung eher als der Perpendicul AE vollenden. Der Perpendicul AE ist länger als der Perpendicul Fe. Derowegen muß sich ein Perpendicul desto geschwinder bewegen, je kürzer er ist. Welches auch, als aus der Erfahrung bekannt, hätte können angenommen werden. Eben dieselbe lehrt nun ferner, daß ein Perpendicul desto langsamer gehe, je leichter das Gewichte ist, welches sich daran befindet. Freylich solte sich ein leichter Cörper eben so geschwinde als ein schwerer bewegen (§. 134.); allein dieses würde nur alsdenn statt haben, wenn gar kein

Wi-

Widerstand vorhanden wäre. Der Widerstand der Luft aber macht die Bewegung der Cörper langsamer als sie sonsten seyn würde; und dieses desto mehr, je geringer die Gewalt eines Cörpers ist, welche er, den Widerstand der Luft zu überwinden, anwenden kan. Da nun die Gewalt eines Cörpers desto grösser ist, je mehr Masse er besitzt, und ein Cörper desto mehr Masse hat, je grösser seine Schwere ist: so muß die Luft der Bewegung eines leichten Cörpers stärcker, als der Bewegung eines schwerern widerstehen. Und folglich muß sich ein Perpendicul langsamer bewegen, wenn das Gewichte leichte, als wenn es schwer ist. Sind nun die Länge des Fadens und die Schwere des Gewichts die beyden Sachen, darauf man zu sehen hat, wenn man von der Geschwindigkeit eines Perpendiculs zu urtheilen verlangt: so muß der Faden entweder länger oder das Gewichte leichter werden, wenn der Perpendicul langsamer gehen soll. Man kan nicht behaupten, daß der Faden des Perpendiculs in der Insul Cayenne länger gewesen, als da man sich desselben zu Paris bedienet. Derowegen muß das Gewichte daselbst leichter geworden seyn, als es zu Paris gewesen. Und weil **Maupertuis** wahrgenommen, daß der Perpendicul in Lappland geschwinder als zu Paris gegangen: so wird man nicht zweifeln, daß das Gewicht daselbst müsse schwerer gewesen seyn.

Sol-

Solchergestalt ist hieraus klar, daß die Cörper unter dem Aequator leichter, und gegen die Pole schwerer gefunden werden.

§. 607. Man möchte an der Gewißheit des Beweises, daß die Erde unter der Linie höher seyn müsse, als unter den Polen, zweifeln, wenn darinnen angenommen wird, daß die Erde flüßig gewesen sey. Allein, es werden alle Zweifel verschwinden, wenn man nur bedenckt, wie viel Wasser unter der Linie lieget, und daß der gröste Theil des grossen Weltmeeres daselbst anzutreffen ist. Dieses Wasser würde sich wegen der Kraft, die es von dem täglichen Umdrehen der Erde erhält, in die Höhe heben. Es würde alles dadurch überschwemmet werden. Da nun aber dieses gleichwohl nicht geschiehet: so sieht man sich genöthiget, zuzugeben, daß das feste Land unter der Linie eben so wohl als das Wasser erhaben seyn müsse. Nimmermehr würde die Erde dergleichen Figur erhalten haben, wenn sie nicht flüßig gewesen wäre. Derowegen wird es hiedurch ausser allen Zweifel gesetzt, daß die Erde vormahls müsse ein flüßiger Cörper gewesen seyn. Verlangt man aber zu wissen, um wieviel die Erde unter der Linie erhabener sey als unter den Polen: so hat Newton * diese Frage bereits beantwortet, indem er gefunden, daß sich der

Ob die Erde flüßig gewesen.

Diaz

* Princip. philos. nat. math. p. 381.

Diameter der Pole zum Diameter des Aequators verhalte wie 229 zu 230. Zeit und Raum verstatten es jetzo nicht, diesen Beweis deutlich aus einander zu setzen. Nehmen wir aber an, daß die Newtonische Verhältniß ihre Richtigkeit habe: so kan man dadurch bestimmen, wie viel Meilen der Unterscheid zwischen beyden halben Erddiametern beträgt, wenn man zum voraus setzt, daß der halbe kleine Diameter 800 teutsche Meilen ausmache. Man findet durch die Regul Detri folgende Proportion: 229 : 230 = 800 : $863\frac{17}{229}$. Es macht also der Unterscheid zwischen beyden halben Erddiametern $3\frac{17}{229}$ teutsche Meilen aus; und ist folglich die Erde unter der Linie etwas über $3\frac{1}{2}$ Meilen höher als unter den Polen. Maupertuis hat durch seine Observationen den Unterscheid noch grösser gefunden. Denn ausser der angegebenen Ursache kömmt auch noch diese hinzu, daß die Cörper unter der Linie von der Sonnenhitze ausgedehnet, und unter den Polen von der Kälte dichter gemacht werden (§. 255.).

Von der Figur des Jupiters.

§. 608. Ist die Erde deswegen unter der Linie erhoben, weil sie sich um ihre Axe bewegt: solten nicht die übrigen Planeten ebenfals die Gestalt niedergedruckter Kugeln haben, da es gewiß ist, daß sie sich ebenfals um ihre Axe herumdrehen? Man hat nicht Ursache daran zu zweifeln. Cassini hat gefunden, daß sich in dem Jupiter der Diameter der Pole

Pole zum Diameter des Aequators verhalte wie 8 zu 9. Daß man es bey den übrigen Planeten nicht wahrnimmt, ist gar nicht zu verwundern. Sie sind nicht so groß wie der Jupiter; sie drehen sich auch nicht so geschwind, wie jener, um ihre Axe herum (§. 593. 596.). Wenn nun aus beyden Ursachen die Geschwindigkeit der Theile unter dem Aequator in dem Jupiter sehr groß ist: so muß auch die Bemühung sich zu entfernen daselbst stärcker; und also die Abweichung von der kugelrunden Gestalt mercklicher seyn, als in den übrigen Planeten.

Zweifel wider das Umdrehen der Erde.

§. 609. Wer dasjenige, was von der Figur des Erdbodens gesagt worden, in Erwegung zieht, der wird nicht zweifeln, daß die Schwere der Cörper durch das Umdrehen der Erde zwar vermindert, doch aber nicht gäntzlich aufgehoben werde. Und so ist nichts weniger zu befürchten, als daß die Cörper von dem Erdboden hinweggeschleudert werden möchten, wenn er sich um seine Axe herumdrehet. Dieses würde nur alsdenn möglich seyn, wenn die Schwere geringer wäre als die Centrifugalkraft der Cörper auf dem Erdboden. Werden aber nicht zum wenigsten sehr leichte Sachen davon fliegen und hinweggeschleudert werden müssen, da ihre Schwere sehr geringe ist, und also dieser Bewegung nicht sonderlich widersteht? Es ist wahr, je leichter ein Cörper ist, desto we-

niger widersteht er der Bewegung; allein, da leichte und schwere Cörper durch das Umdrehen der Erde einerley Geschwindigkeit erhalten: so verhalten sich ihre Centrifugalkräfte als wie die Massen (§. 66.). Da nun die Gewichte der Cörper den Massen gleichfals proportional sind (§. 58.): so müssen sich die Centrifugalkräfte als wie die Gewichte der Cörper verhalten. Wenn also bey einem schweren Cörper die Centrifugalkraft kleiner ist als sein Gewicht: so kan auch eines leichten Cörpers Centrifugalkraft noch nicht so groß seyn als seine Schwere. Solchergestalt ist es eben so wenig möglich, daß ein leichter, als daß ein schwerer Cörper durch das Umdrehen der Erde von ihr hinweggeschleudert werde. Es ist also auch hier die Natur allen übelen Folgen bereits zuvorgekommen. Sie bedienet sich der Schwere als eines Mittels alles dasjenige, was zu der Erde gehört, bey derselben zu erhalten. Und man kan mit gutem Grunde behaupten, daß, so lange der Erdboden gewesen ist, noch kein Stäubgen von demselben verloren gegangen sey. Es ist wahr, viele Cörper verschwinden. Was heist aber hier verschwinden? nichts anders, als unter der Gestalt subtiler Ausdünstungen in der Luft in die Höhe steigen. Die Ausdünstungen sind schwer, und die Schwere erlaubt es ihnen nicht, sich gäntzlich von der Erde zu entfernen. Sie gehen nur bis auf

eine

eine gewisse Weite von ihr hinweg, und alsdenn fallen sie mit dem Regen oder auf eine andere Weise wieder auf sie herab.

§. 610. Man unterläst nicht, noch andere Einwürfe wider das Herumdrehen der Erde zu machen. Solte man es denn nicht mercken, daß man sich bewegte, wenn man auf einem Planeten wohnte, welcher sich herum drehete? Aber dieser Einwurf wird dadurch gehoben, daß die Bewegung der Erde gleichförmig ist, und daher immer mit einerley Geschwindigkeit geschiehet. Denn aus dieser Ursache merckt man es nicht, wenn man mit einer Fähre über das Wasser fähret, sondern es scheinen sich nur die Ufer, gegen welche man zufähret, zu nähern; und auf eine gleiche Weise bilden wir uns ein, daß die himmlischen Cörper von Morgen gegen Abend um die Erde herumlauffen, da wir es doch selbst sind, welche sich herumdrehen. Man spricht ferner, es müste ein Stein, den man von einem Thurme herunterfallen liesse, nicht an dem Fusse des Thurms, sondern weiter gegen Abend niederfallen. Denn ehe der Stein zu Boden käme: so hätte sich der Erdboden mit dem Thurme schon weiter gegen Morgen bewegt. Und aus einer gleichmäßigen Ursache würde eine Stückkugel viel weiter fliegen, wenn das Stücke gegen Westen als wenn es gegen Osten gelöset würde. Die Unrichtigkeit dieses Schlusses beweißt die Erfah-

Die Bewegung der Erde wird von Einwürfen befreyet.

fahrung. Denn ein Stein fällt an dem Maſtbaume nieder, wenn man ihn von oben herunterfallen läſſet, ohnerachtet das Schif in vollem Segeln begriffen iſt. Und man kan einen Ball mit gleicher Mühe von einem jeden Ende des Schiffes gegen das andere zuwerfen. Allein, ein aufgeweckter Kopf iſt damit nicht zufrieden, er verlangt noch ferner zu wiſſen, was die Urſache davon ſey, und woher es komme, daß ein Stein an dem Maſtbaume eines Schiffes und an dem Fuſſe eines Thurms niederfällt, ohnerachtet das Schif in vollem Segeln iſt, und die Erde ſich um ihre Axe herumdrehet. Es iſt demnach zu mercken, daß, wenn man den Stein in der Hand hält, derſelbige eine beſtändige Bemühung erhalte, ſich nach eben der Direction, wie das Schiff, zu bewegen. Läſt man ihn nun fallen: ſo treibt ihn ſeine Schwere niederwärts. Er wird alſo von zweyen Kräften getrieben, er muß ſich in der Diagonallinie bewegen (§. 45.), und vermöge dieſer zuſammengeſetzten Bewegung kömmt er an eben den Ort, wo er würde hingekommen ſeyn, wenn das Schif ſtille geſtanden hätte. Weil aber die Kraft, welche der Stein durch die Bewegung des Schiffes erhält, zu ſeiner Schwere keine gar zu groſſe Verhältniß hat: ſo kan auch die Diagonallinie, die er wegen der zuſammengeſetzten Bewegung durchlauft, von der Perpendicularlinie, welche er würde

be-

beschrieben haben, wenn das Schiff stille gestanden hätte, nicht merklich abweichen. Und daher bekömmt es das Ansehen, als wenn sich der Stein in beyden Fällen auf einerley Art bewegte. Wer sieht nun nicht daß sich dieses alles bey dem Umdrehen der Erde gleichfals wieder anbringen lasse?

Zweifel wider die jährliche Bewegung der Erde.

§. 611. Es ist nicht zu leugnen, daß alle diese Schwierigkeiten viel geringer sind als die eintzige, welche man wieder die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne machen kan. Bewegte sich die Erde um die Sonne: so müsten die Fixsterne eine Parallaxin haben. Und die Wahrheit zu sagen: Man bemerckt dergleichen nicht an ihnen. Nun nimmt die Parallaxis mit der Entfernung ab (§. 125. Astron.). Daher ist kein ander Mittel aus diesem Zweifel herauszukommen, als daß man setzet, es sey der halbe Diameter der Erdbahn unendlich kleiner als die Entfernung der Fixsterne. Denn so wird die Parallaxis unendlich klein und also unmerklich. Allein, dieses ist in der That nichts geringes. Daß der Erdboden in Ansehung der Entfernung der Fixsterne für nichts zu achten sey, ist ausser allen Zweifel; aber eben dieses von dem Diameter seiner Laufbahn zu behaupten, ist schon etwas bedencklicher. Indessen sind doch die Gründe, welche die jährliche Bewegung der Sonne um die Erde bestätigen (§. 600.), viel überwiegender, als daß man sie deswegen

setze fahren lassen, weil sich die Einbildungskraft die erstaunliche Entfernung der Fixsterne nicht vorzustellen vermag. Und warum wollten wir endlich die Entfernung der Fixsterne zu klein annehmen, da wir so überzeugende Proben von dem Gegentheile haben (§. 647)?

Von dem Monde.

§. 612. Von den Hauptplaneten kommen wir zu der Betrachtung der Nebenplaneten, und unter diesen stellt sich zuerst der Mond unsern Augen dar. Er scheint, wie alle übrige himmlische Cörper, um die Erde innerhalb 24 Stunden herumzugehen (§. 602.). Gleichwie aber dieses blos von dem Umdrehen des Erdbodens herkommt, so hat er ausser dieser noch seine eigene Bewegung von Abend gegen Morgen, und bringt dieselbe bey nahe in 29 Tagen zu Ende. Man bemerckt ferner, daß er gar kein Licht hat, wenn er mit der Sonne an einem Orte anzutreffen ist, welches man den Neumond nennt. Entfernt er sich nun weiter von der Sonne: so erblicken wir ihn unter einer sichelförmigen Gestalt, sein Licht nimmt von Tage zu Tage zu, biß daß er endlich halb erleuchtet erscheinet, wenn er 90 Grad von der Sonne entfernet ist. Und dieses pflegt man das erste Viertel zu nennen. Hierauf nimmt sein Licht noch ferner zu, je weiter er von der Sonne hinweggehet, bis er endlich völlig erleuchtet erscheinet, wenn wir Vollmond haben, da der Mond der Sonne entgegengesetzt ist. Fängt

er

er sich nach diesem wieder an der Sonne zu nähern: so nimmt sein Licht wieder ab. Wir haben das letzte Viertel, wenn er 90 Grad von der Sonne entfernt ist, und je mehr sich hernach der Mond der Sonnen nähert, desto sichelförmiger wird seine Gestalt. Weil der Mond im Neumonden dunckel aussiehet: so kan er kein leuchtender Cörper seyn, sondern er muß sein Licht von der Sonne bekommen, indem allemahl der erleuchtete Theil gegen die Sonne gekehret ist Und da die Grentze des Lichts und Schattens immer ein Circulbogen ist: so muß der Mond eine kugelrunde Gestalt haben.

Im Monde sind Berge und Meere.

§. 613. Ueberdiß nimmt man beständig Flecke im Monde wahr, welche auch mit blossen Augen zu sehen sind, durch die Ferngläser aber viel deutlicher erscheinen Es sind aber die hellen Plätze festes Land, und die dunckeln Flecke Wasser (§. 587.). Da nun die Oberfläche des Wassers glatt und eben ist: so muß die Oberfläche des Monds da glatt und eben seyn, wo die dunckeln Flecke anzutreffen sind. Die Grentze des Lichts und Schattens ist daselbst ein ordentlicher Circulbogen, wo die Oberfläche einer Kugel gantz eben ist: Derowegen muß sich daselbst, wo die dunckeln Flecke im Monde sind, Licht und Schatten durch einen ordentlichen Circulbogen trennen. Und dieses findet sich auch also, wenn man den Mond durch ein Fern-

glas betrachtet. Hingegen sieht der Mond daselbst gantz höckericht aus, wo sich in den hellen Plätzen Licht und Schatten von einander absondern. Nimmermehr könnte dieses seyn, wenn die Oberfläche des Mondes daselbst nicht uneben wäre. Solchergestalt ist es gewiß, daß Berge in dem Monde anzutreffen sind, deren Schatten man immer der Sonne gegen über antrift. Man hat aber noch ein anderes Mittel, dieses zu erweisen, und zugleich die Höhe der Berge zu bestimmen. Denn, wenn man den Mond, ehe er voll wird, mit einem Fernglase betrachtet: so trift man bisweilen einige helle Flecke in dem noch dunckelen Theile des Mondes an. Kan nun die Sonne diese Theile des Mondes erleuchten, da sie die umstehenden noch nicht zu bescheinen vermag: so müssen sie nothwendig mercklich höher liegen als die andern, und also Berge seyn. Man hat durch astronomische Rechnung gefunden, daß einige von diesen Bergen über eine halbe deutsche Meile hoch sind.

Der Mond bewegt sich um die Erde.

§. 614 Weil der Mond eine sichelförmige Gestalt hat, wenn er nahe bey der Sonne gesehen wird: so muß er sich alsdenn nicht hinter der Sonne, sondern zwischen ihr und der Erde befinden. Und da er im Vollmonden der Sonne entgegengesetzt ist: so steht so dann die Erde zwischen ihm und der Sonne. Es ist demnach gewiß, daß sich der Mond nicht,

nicht, wie die übrige Planeten, um die Sonne, sondern vielmehr um die Erde beweget. Ist nun die Erde der Mittelpunct seiner Laufbahn: so sieht man die Ursache, warum sein scheinbarer Diameter nicht grösser aussiehet, wenn er voll ist, als wenn er eine sichelförmige Gestalt hat. Gesetzt demnach: es sey S die Sonne, T die Erde, und der Circul um die Erde die Laufbahn des Mondes: so ist immer die erleuchtete Helfte gegen die Sonne gekehrt (§. 612.). Daher haben wir Neumond wenn der Mond in a ist, und man sieht ihn alsdenn nicht, weil er die dunckele Seite gegen den Erdboden kehret. Ist der Mond in b: so sehen wir einen kleinen Theil von der erleuchteten Helfte, und er hat alsdenn eine sichelförmige Gestalt. In c ist das erste Viertel, in d scheint sein Licht zugenommen zu haben, und in e ist er voll. Denn wir sehen alsdenn den Theil gantz, welcher von der Sonne erleuchtet wird. In f fängt sein Licht an abzunehmen, in g ist das letzte Viertel, und in h bekömmt er wieder eine sichelförmige Gestalt. Tab. VIII. Fig. 103.

§. 615. Der Mond kehrt nur immer die eine Helfte gegen den Erdboden, dergestalt, daß man die andere Seite desselben niemahlen zu Gesichte bekömmt. Indessen zeigt er doch bisweilen einen schmalen Streiffen von seiner andern Helfte. Dieses würde nicht geschehen, wenn sich nicht der Mond in einer Ursache von dem motu libratio-nis des Mondes.

Ellipsi dergestalt um die Erde bewegte, daß diese in dem einen Brennpuncte anzutreffen, und gegen den andern Brennpunct die eine Helfte des Mondes beständig hingekehrt wäre. Es sey ABECD diese Ellipsis, H ihr einer Brennpunct, gegen welchen immer dieselbige Helfte des Monds gekehrt ist, F aber der andere Brennpunct, in dem sich die Erde befindet, b die Morgen- und a die Abendseite des Monds: so bekömmt man auf der Erde F, wenn sich der Mond in E befindet, einen Theil desselben, welcher über dem Punct b hinauslieget, das ist, einen schmalen Streiffen von seiner östlichen Seite zu Gesicht. In D sieht der Mond eben so aus wie in B. In A aber kan man den östlichen Rand b nicht mehr sehen. Man sieht aber an dessen statt einige Theile über dem Puncte a, und folglich einen schmalen Streiffen von dem westlichen Rande des Mondes. Diesen elliptischen Lauf bringt der Mond nach 27 Tagen 7 Stunden und 43 Minuten zu Ende. Weil aber die Erde indessen in ihrer eignen Bahn fortrückt: so verfliessen 29 Tage und 7 Stunden von einem Neumonden bis zu dem andern.

Tab. III Fig. 27

Grösse und Entfernung des Monds.

§. 616. Die kleinste Entfernung des Mondes macht 54, die mittlere $60\frac{3}{4}$, und die gröste 66 halbe Erddiameter aus. Der Diameter der Erde verhält sich zum Diameter des Mondes wie $3\frac{7}{10}$ zu 1. Daher verhält sich die

die Oberfläche des Erdbodens zur Oberfläche des Monds bey nahe wie 14 zu 1 und die Cörper selbst wie 51 zu 1. Denn die Flächen ähnlicher Cörper verhalten sich wie die Quadrate und die Cörper selbst wie die Cubi ihrer Diameter.

Wie die Erde im Monden aussiehet.

§. 617. Der Mond dienet dazu, daß er die Erde erleuchtet, und er hat sich von ihr ein gleiches zu versprechen. Denn die Sonne erleuchtet den Erdboden. Da er nun ein undurchsichtiger Cörper ist: so muß er die Strahlen reflectiren (§. 470.), und demnach im Monden eben so helle und glänzend aussehen, als der Mond hier auf Erden. Allein, weil die Erde eine 14mahl grössere Oberfläche hat als der Mond: so sieht man, wenn die Erde im Monden mit vollem Lichte scheint, eine helle Scheibe an dem Himmel, welche 14mahl grösser als der Mond hier auf der Erden aussiehet. Sie giebt also dem Monden 14mahl mehr Licht, als wir von jenem bekommen. Und man trift die deutlichsten Spuren davon an. Denn wenn der Mond eine sichelförmige Gestalt hat: so sieht man den noch dunckeln Theil des Mondes mit einem schwachen und milchfarbigen Lichte. Dieses Licht kan unmöglich von der Sonne seyn, als welche diese Helfte des Monds noch nicht erleuchten kan. Es muß demnach vielmehr von der Erde in den Mond reflectirt worden seyn. Daher nimmt man es nur wahr, wenn der

Mond

Mond eine sichelförmige Gestalt hat. Denn alsdenn befindet er sich in den Puncten, b
Fig. 103. und h (§. 614.), und empfänget das Licht des Erdbodens am häufigsten, als welcher ihm sodann mit vollem Lichte scheinet. Es hat also die Erde dem Monden nichts vorzuwerffen, sie dienet ihm eben so, wie er ihr, die dunckeln Nächte zu erleuchten. Man darf es sich daher nur nicht in den Sinn kommen lassen, daß die Seleniten die Erde höher, als wir den Mond schätzen werden. Sie bewegen sich binnen 27 Tagen um die Erde herum. Und es ist gar kein Zweifel, daß sie diese Bewegung der Erde zuschreiben werden. Warum solten die Mondenbürger klüger seyn, als die Einwohner des Erdbodens, welche sich einbilden, daß die Sonne alle Jahr einmahl um die Erde herumkomme, da es doch die Erde selbst ist, welche diesen Lauf vollendet? Sieht nun die Erde im Monden bereits so klein aus: so wird sie ohnfehlbar, wenn man sie aus einen andern Planeten, der noch weiter entfernet ist, betrachtet, viel kleiner und also nicht anders als ein Stern aussehen. Dieses gienge noch hin; aber das ist was betrübtes, daß es selbst in unserer Weltordnung Oerter giebt, da man die Erde gar nicht siehet. Saturn sieht wie ein kleiner Stern aus, und das kömmt von seiner seiner grossen Entfernung. Wie klein würde nicht die Erde aussehen, welche bey nahe 1000mahl kleiner

ner ist (§. 599.)? Es ist also gar nicht zu vermuthen, daß man sie im Saturne werde sehen können; und doch wird sie von so vielen grossen Geistern bewohnt.

§. 618. Die Bahn, in welcher sich die Erde um die Sonne bewegt, wird die Ecliptick genennt. Da nun die Bahn der übrigen Planeten, und also auch des Monds, gegen die Ecliptick inclinirt ist, und mit ihr einen spitzen Winckel macht: so durchschneidet die verlängerte Laufbahn eines jeden Planetens die Ecliptick in zwey Puncten, und diese werden die Knoten genennt. Solchergestalt kommt der Mond mit der Sonne und der Erde nur alsdenn in eine gerade Linie zu stehen, wenn der Neumond oder Vollmond in seinen Knoten geschiehet. Nun ist der Mond ein dunckler Cörper (§. 612.), welcher von der Sonne erleuchtet wird. Er wirft demnach beständig einen Schatten der Sonne gegen über. Wenn wir nun den Neumonden im Knoten haben: so fällt der Schatten des Monds auf die Erde, und der Mond verhindert sodann, daß man die Sonne entweder gantz oder zum Theil nicht sehen kan, welche Beraubung des Lichts man eine Sonnenfinsterniß zu nennen gewohnt ist. Und da sich der Mond nicht alle Neumonde im Knoten befindet: so sehen wir, warum sich nicht allemahl im Neumonden eine Sonnenfinsterniß zuträgt. Von der Sonnenfinsterniß.

§. 619.

Der Mondschatten kömmt nur auf einen Theil der Erde.

§. 619. Weil der Mond kleiner ist als die Sonne und die Erde: so muß auch sein Schatten kleiner seyn als der Erdboden, und weil man nur da eine Sonnenfinsterniß wahrnimmt, wo der Schatten des Monds hinfällt: so kan keine Sonnenfinsterniß an allen Orten des Erdbodens gesehen werden. Weil endlich die Sonne den Erdboden daselbst nicht bescheinen kan, wo der Schatten des Monds hinfällt: so sehen die Seleniten eine Erdfinsterniß, wenn wir eine Sonnenfinsterniß haben.

Wo die Sonne zuerst verfinstert wird.

§. 620. Weil der Mond im Neumonden die dunckle Helfte gegen den Erdboden kehrt: so ist klar, warum er sich als wie eine schwartze Scheibe, wenn eine Sonnenfinsterniß geschicht, vor die Sonne stellt. Und da er sich von Abend gegen Morgen bewegt (§. 612.): so muß jederzeit an dem westlichen Theile der Sonne der Anfang, und an dem östlichen das Ende ihrer Verfinsterung seyn.

Was eine partiale und totale Sonnenfinsterniß ist.

§. 621. Wenn der Mond nur einen Theil der Sonne verdeckt: so heist es eine partiale Sonnenfinsterniß; bedeckt er aber die Sonne gantz und gar: so pflegt man solches eine totale Sonnenfinsterniß zu nennen. Da sich nun der Mond nicht auf einmahl, sondern nach und nach vor die Sonne bewegt und wieder von ihr hinweggehet: so sieht man allemahl eine partiale Sonnenfinsterniß, ehe man eine totale wahrnimmt. Dieses aber

ist

ist nicht nothwendig, daß allemahl die gantze Sonne von dem Monde bedeckt werde, wenn eine Sonnenfinsterniß geschehen soll. Denn dieses geschichet nur alsdenn, wenn der Mond zur Zeit des Neumondes recht im Knoten angetroffen wird; jenes aber trägt sich zu, wenn er sich zur Zeit des Neumondes nahe bey dem Knoten befindet.

§. 622. Man hat wahrgenommen, daß in Totalfinsternissen, da die Sonne gantz von dem Monde bedeckt gewesen, ein heller Ring um den Mond gesehen worden, dessen Licht nahe um den Mond am stärcksten gewesen, und sich in einer unvermerckten Peripherie verloren. Weil die Sonne gantz von dem Monde bedeckt gewesen: so haben ihre Strahlen nicht gerades Weges in das Auge kommen können. Da nun aber gleichwohl ein heller Ring um den Mond gesehen worden: so muß um den Mond ein Cörper vorhanden gewesen seyn, welcher die Sonnenstrahlen zu brechen und in die Augen der Zuschauer zu bringen vermögend gewesen ist: und zwar muß diese Refraction gegen den Perpendicul geschehen seyn. Nun wird kein Lichtstrahl gegen den Perpendicul gebrochen, als wenn er aus einer dünnern Materie in einen andern Cörper, welcher durchsichtig und zugleich dichter ist, hineinfähret (§. 443.). Derowegen muß um den Mond ein durchsichtiger Cörper seyn, welcher dichter ist als die übrige himmlische Materie.

Der Mond hat eine Atmosphäre.

Die-

Dieser Cörper muß nahe an dem Monde noch dichter seyn, als in einer grösseren Entfernung von demselben, denn sonsten würde er die Strahlen nahe an dem Monde nicht stärcker als in einer grössern Entfernung gebrochen haben. Den durchsichtigen Cörper, welcher den Erdboden umgiebet, und der nahe um denselben dichter, in einer weiteren Entfernung von ihm aber dünner ist, nennen wir die Atmosphäre. Und nun wüßte ich nicht, warum man nicht zugeben solte, daß auch der Mond mit dergleichen Atmosphäre umgeben sey. Es wird dieselbe aber noch durch andere Gründe bestätiget. Es schiene An. 1715. ein schmaler Streifen der Sonne, welcher noch nicht verfinstert war, sich von dem übrigen Theile der Sonne abzusondern. Ueberdiß hat Caßini wahrgenommen, daß der Saturn und Jupiter bisweilen eine länglichte Gestalt angenommen, wenn sie dem Monde zu nahe gekommen sind. Beydes aber würde nicht möglich gewesen seyn, wenn der Mond nicht mit einem durchsichtigen Cörper umgeben wäre, in welchen die Strahlen des Lichts starck gebrochen würden.

Ob es im Monde regnet.

§. 623. Ist nun eine Atmosphäre um den Mond; kan man ferner nicht leugnen, daß Wasser daselbst angetroffen werde, und daß ihn die Sonne bescheine (§. 623.): so wird man auch einräumen müssen, daß im Monde Dünste in die Höhe steigen. Denn Wasser

ſer, Luft und Wärme ſind diejenigen Sachen, welche zu der Erzeugung der Dünſte erfordert werden (§. 366.) Nun machen die Dünſte die Luft undurchſichtig (§. 524.). Es muß demnach die Mondenluft einmahl durchſichtiger ſeyn, als wie das andere. Und auch dieſes hat die Erfahrung beſtätiget. Denn Hevelius hat wahrgenommen, daß der Mond durch einerley Fernglas einmahl heller als wie das andere ausgeſehen, ohnerachtet die Luft ja heiter geweſen, daß er auch die kleinſten Sterne wahrnehmen können. Die Urſache davon kan weder in unſerer Luft, noch in dem Fernglaſe, noch auch in dem Auge des Obſervatoris zu ſuchen ſeyn. Denn ſonſt würde es nicht möglich geweſen ſeyn, daß er die kleinſten Sterne geſehen hätte. Es muß demnach damahls die Mondenluft ſelbſten undurchſichtiger geweſen ſeyn, als ſie ſonſten zu ſeyn pfleget. Daß wir aber keine Wolcken in dem Monde wahrnehmen, iſt gantz und gar kein Grund, ſeine Atmoſphäre zu leugnen. Es können Wolcken da ſeyn, die wir aber wegen der allzugroſſen Entfernung nicht ſehen können. Es können aber auch die Dünſte, wenn die Mondenluft nicht allzudicke iſt, unter der Geſtalt eines dünnen Nebels oder Thaues wieder herabfallen, ohne daß würckliche Wolcken daraus werden. Und endlich bewegen ſich die Dünſte allemahl gegen den kältern Ort (§. 369.). Da nun eine jede

Helfte des Mondes bey nahe 14 Tage von der Sonne beschienen wird (§. 612.): so werden sich wässerige und andere Ausdünstungen auf die dunckele Seite des Mondes begeben, welche entweder gar von uns abgewendet ist, oder doch von uns, weil sie nicht erleuchtet wird, nicht gesehen werden kan. Dieses wird ausser Zweifel gesetzt, wenn es mit der Observation des Ritters Louville seine Richtigkeit hat. Denn dieser hat An. 1715, als die Sonne gäntzlich verfinstert war, einige mahl ein Licht auf der finstern Seite des Mondes wahrgenommen, welches nur einen Augenblick gedauert. Was solte dieses wohl anders als ein Blitz gewesen seyn?

Von der Mondfinsterniß.

§. 624. Es ist gar kein Zweifel, daß die Erde einen Schatten hinter sich werffen müsse, da sie ein dunckler Cörper ist und von der Sonne erleuchtet wird. Steht nun die Erde zwischen der Sonne und dem Monde in einer geraden Linie: so fällt ihr Schatten auf den Mond. Da nun die Erde zwischen der Sonne und dem Monde in einer geraden Linie steht, wenn dieser in dem Knoten oder nahe dabey voll wird (§. 618.): so kömmt in diesem Falle der Mond in den Schatten der Erde zu stehen. Wenn sich der Mond in dem Erdschatten befindet: so verhindert die Erde, daß ihn die Sonne nicht bescheinen kan. Und weil er sein Licht von der Sonne bekömmt (§. 612.): so muß er daselbst dun-

ckel

ckel aussehen, wo der Schatten der Erde auf ihn fällt. Eine solche Beraubung des Mondenlichts durch den Schatten der Erde heißt eine Mondfinsterniß. Dieser Schatten muß sich auf dem Monde rund vorstellen, weil die Erde selbst ein runder Cörper ist (§. 603.). Weil im übrigen der Mond daselbst kein Licht reflectiren kan, wo der Schatten des Erdbodens hinfällt, und ohne Licht nichts gesehen werden kan (§. 437.): so nehmen alle Einwohner des Erdbodens, welche zu der Zeit den Mond sehen können, die Mondfinsterniß wahr, und sie erscheinet allenthalben von gleicher Grösse. Wenn man zur Zeit einer Mondfinsterniß im Monde stehen solte: so würde man die Erde wie eine schwartze Scheibe vor die Sonne rücken sehen. Derowegen sehen die Seleniten eine Sonnenfinsterniß, wenn wir eine Mondfinsterniß haben.

Fernere Betrachtung der Mondfinsterniß.

§. 625. Da die Erde erst einen Theil der Sonnenstrahlen aufhalten muß, ehe sie den gäntzlichen Zufluß des Sonnenlichts gegen den Mond verhindern kan: so sieht man, was die Ursache sey, daß der Mond kurtz vor und nach der Verfinsterung blaß aussiehet. Dieses geschichet nemlich, wenn er sich im Halbschatten des Erdbodens befindet. Wiederum, da sich der Mond von Abend gegen Morgen bewegt: so muß sein östlicher Rand zuerst, und der westliche zuletzt verfinstert werden. Geht nun der Mond nur durch

einen Theil des Schattens hindurch: so wird er auch nur zum Theil verfinstert. Bewegt er sich aber recht mitten durch den Schatten: so verliert er sein Licht völlig, und alsdenn ist die Mondfinsterniß total. Indessen bemerckt man doch, daß der Mond auch in der gäntzlichen Verfinsterung noch einiges Licht behält. Er sieht meistentheils dunckelroth, oder auch braun aus. Dieses Licht kan er nicht von der Erde bekommen haben. Denn sie kehrt ihm zu solcher Zeit ihre dunckele Helfte zu; es kan nicht gerades Weges von der Sonne auf ihn gefallen seyn, weil er sich in dem Schatten der Erde befindet. Indessen muß er es doch von der Sonne haben, da sonst kein Cörper vorhanden ist, den man es zuschreiben könnte. Es müssen demnach die Sonnenstrahlen gebrochen worden, und durch die Refraction in den Erdschatten gebracht worden seyn. Es ist auch nicht anders möglich. Denn die Sonnenstrahlen, welche durch die Atmosphäre des Erdbodens hindurchfahren, werden immer gegen den Perpendicul gebrochen (§. 443.) und kommen daher in den Schatten der Erde. Weil ferner das Licht durch die Refraction in Farben verwandelt wird (§ 47.): so darf es uns nicht befremden, wenn der Mond in seiner Verfinsterung ein farbigtes Licht hat.

Ob das Monden-

§. 626. Die Strahlen der Sonne erwärmen nicht nur für sich, sondern auch noch stär-

stärcker, wenn sie vermittelst der Brenngläser und Brennspiegel in einen engen Raum gebracht werden (§. 458.). Da nun das Mondenlicht nichts anders ist, als ein reflectirtes Licht der Sonne: so möchte man auf die Gedancken gerathen, als müste auch dieses einige Wärme hervorbringen. Indessen lehrt doch die Erfahrung, daß der Spiritus im Thermometer weder steigt noch fällt, wenn man es in den Brennpunct eines Brennspiegels setzet, welcher von dem Monde beschienen wird, und seine Strahlen 306mahl dichter macht, als sie vorher gewesen. Wodurch zugleich die Meynung des Paracelsus und Helmonts über den Hauffen geworffen wird, die da behaupten wolten, daß das Mondenlicht kalt und feuchte wäre. Allein Bouguer hat durch Versuche ausgemacht, daß sich die Stärcke des Mondenlichts, wenn er voll ist, zu der Stärcke des Sonnenlichts verhalte, wie 1 zu 300000. Wenn also gleich das Mondenlicht durch den Brennspiegel 306mahl dichter gemacht wird, so ist es doch noch 1000mahl schwächer als das Licht der Sonne. Nun würde man die Sonnenwärme weder empfinden, noch auch eine merckliche Ausdehnung des Spiritus im Thermometer wahrnehmen können, wenn sie 1000 mahl geringer wäre als sie gewöhnlich zu seyn pfleget. Derowegen wird man auch von dem Mondenlicht keine sonderliche Wärme

licht kalt und feuchte ist.

erwarten dürfen. Daß aber das Mondenlicht so schwach ist, kömmt nicht alleine von dem Widerstande der Luft, den es zu überwinden hat, wenn es von dem Monde auf die Erde gebracht werden soll, sondern hauptsächlich von der Reflexion selbst her. Denn weil das Sonnenlicht den Cörper von welchen es reflectiret wird, erwärmet, so müssen nothwendig viele Feuertheilgen zurücke bleiben, welche nicht reflectiret werden. Sehen wir es doch offenbar an einen platten Spiegel. Denn die davon reflectirte Sonnenstrahlen werden sehr wenig Wärme haben, ohngeachtet sie nicht zerstreuet, sondern parallel von dem Spiegel reflectiret worden sind.

Von dem Copernicanischen Weltbau.

§. 6. 7. Nun sind wir in dem Stande, das Weltgebäude so einzurichten, wie es seyn muß, wenn man den Grund von allen Begebenheiten, die sich darinnen eräussern, anzeigen soll. Die Erde und alle übrige Planeten lauffen um die Sonne herum. Und also ist klar, daß die Sonne dem Mittelpuncte des Weltgebäudes am nähesten seyn müsse. Ich sage mit Fleiß, sie muß dem Mittelpuncte des Weltgebäudes am nähesten seyn: denn den Mittelpunct selbsten wird sie nicht einnehmen können, weil sie genöthigt ist, sich, wie mit der Erde, also auch mit den übrigen Planeten, um den gemeinen Schwerpunct herumzubewegen (§. 600.). Indessen ist diese Bewegung doch nicht sonderlich mercklich, weil immer diejenigen Planeten, welche auf

der

der andern Seite der Sonne stehen, die Würckung der übrigen verhindern (§. 27.). Man kan also, ohne einen Irrthum zu besorgen, annehmen, daß die Sonne in dem Mittelpuncte des Weltgebäudes ruhet, und sich daselbst nur um ihre Axe herumdrehet (§. 577.). Dieser Ort gebührt ihr von Rechts wegen. Sie ist der gröste Cörper in unserm Weltgebäude, ein Cörper, wecher sich von allen übrigen unterscheidet, und von dem alle andere Licht und Wärme empfangen. Die Planeten, in deren Zahl man die Erde zu setzen kein Bedencken tragen kan, bewegen sich insgesamt um die Sonne herum, dergestalt, daß diejenigen, welche der Sonne nahe sind, und daher einen kleinen Raum zu durchlaufen haben, ihre Bewegung eher als die, so weiter entfernet sind, zu Ende bringen. Indessen bewegen sie sich nicht insgesamt in einerley Fläche; sondern die Laufbahn eines jeden Planetens macht mit der Laufbahn der Erde oder der Ecliptick einen gewissen Winckel. Währender dieser ihrer Bewegung drehen sie sich beständig um ihre eigene Axe herum, wodurch auf ihnen allen die Abwechselung der Tage und Nächte entsteht. Die Ordnung aber, in welcher die Planeten auf einander folgen, ist diese: Der näheste an der Sonne ist der Mercur, hierauf folgt die Venus, und alsdenn der Erdboden, um welchen sich wieder der Mond, als ein Nebenplanete, herumbewegt. Auf die Erde folgt

Tab. IX Fig. 104.

der Mars, auf den Mars der Jupiter mit seinen 4 Monden, und endlich zuletzt der Saturn, welcher immer von 5 Monden, die um ihn herumlauffen, begleitet wird.

Wie ordentlich die Bewegung der Planeten nach dem copernicanischen Lehrbegriff sey.

§ 628. Dieser Weltbau ist überaus ordentlich, und stimmet mit der Richtigkeit und Sparsamkeit der Natur vollkommen überein. Die Erde drehet sich innerhalb 24 Stunden einmahl um ihre Axe herum, und dadurch bekommt es das Ansehen, als bewegten sich die Sonne, alle Planeten und Fixsterne um die Erde. Sie läuft binnen einem Jahre in der Ecliptick um die Sonne, und so scheint sich die Sonne selbst innerhalb einem Jahre durch die 12 himmlischen Zeichen, in welche man die Ecliptick eingetheilt, durchzubewegen. Dieses wäre allein hinreichend, den copernicanischen Weltbau den Vorzug für allen andern einzuräumen. Es sind aber noch mehrere Ursachen, warum er dergleichen Vorzug verdienet. Die Bewegung der Planeten ist dem Ansehen nach ganz unordentlich und verwirrt. Bald lauffen sie gerade fort von Abend gegen Morgen, bald stehen sie stille, und man erblickt sie einige Tage bey einerley Sternen, bald lauffen sie gar wieder von Morgen gegen Abend zurück. So ist z. E. der Mercur bey nahe 92 Tage geradeläufig, 12 Stunden stehet er stille, und 22 Tage läuft er zurück. Die Venus läuft 542 Tage gerade fort, sie stehet einen Tag stille und gehet

Digitized by Google

het 42 Tage zurück. Mars ist 705 Tage geradeläufig, 2 Tage stillstehend, und 75 Tage rückgängig. Jupiter, ohnerachtet er 284 Tage und also wie die übrigen Planeten, die meiste Zeit geradeläufig ist: so stehet er doch 4 Tage stille und ist 119 Tage rückgängig. Dieses gilt auch von dem Saturn; denn ausser dem, daß er von Abend gegen Morgen 244 Tage läuft, stehet er 8 Tage stille, und gehet 136 Tage von Morgen gegen Abend zurück. Solte nun die Natur, welche in den kleinsten Sachen so viele Ordnung zu beweisen pfleget, bey der Einrichtung des Weltgebäudes ihrer Maximen gantz und gar vergessen haben? Keinesweges. Alle diese Unordnungen sind ein blosser Schein, welcher daher entstehet, daß sich die Erde mit den übrigen Planeten zugleich beweget. Kömmt sie nun in ihrer eigenen Bewegung denen Planeten zuvor: so bekömmt es das Ansehen, als wenn jene zurücke gegangen wären. Und aus diesem Grunde lassen sich auch die allergeringsten Umstände, welche man bey dem Zurückegehen und Stillstehen der Planeten wahrnimmt, bestimmen. Ich lasse mir begnügen, dieses durch einen von den untern, und einen von den obern Planeten zu erläutern. Jenes mag der Mercur und dieses der Jupiter seyn. Es sey S die Sonne, der kleine Circul um die Sonne die Laufbahn des Mercurs, der grössere die Laufbahn der Erde, Tab. X. Fig. 105.

und der entfernteste Bogen AB ein Theil von der Sphäre der Fixsterne. Weil sich nun die Entfernung der Erde von der Sonne zu der Entfernung des Mercurs von derselben verhielt, wie 20416 zu 8065, das ist, wenn man mit 8065 dividirt, wie $2\frac{1}{2}$ zu 1: so muß man es so einrichten, daß sich auch die Radii der beyden Circul, welche die Laufbahn des Mercurs und der Erde vorstellen, eben so verhalten. Weil ferner der Mercur seinen Lauf in 88, die Erde aber in 365 Tagen zu Ende bringt (§. 584.), und 89 bey nahe der vierte Theil von 365 ist: so durchläuft die Erde nur den vierten Theil ihrer Bahn, in der Zeit, in welcher der Mercur seinen gantzen Lauf zurückelegt. Man theilet demnach so wohl die Laufbahn des Mercurs, als den vierten Theil der Laufbahn der Erde in 12 gleiche Theile. Es sey die Erde in dem Puncte 1 des Bogens cd, der Mercur im Puncte 1 in seiner Laufbahn: so sieht man ihn an dem Himmel AB da, wo 1 stehet. Es rücke die Erde aus 1 in 2: so geht der Mercur in seiner Bahn ebenfals aus 1 in 2, und man sieht ihn in AB in 2. Ist der Mercur in 3: so sieht man ihn in AB in 3. So weit ist demnach der Mercur gerade fort von Abend gegen Morgen gelauffen. Allein, nun fängt er an rückgängig zu werden. Denn wenn er sich so wohl als die Erde aus 3 in 4 beweget: so erblickt man ihn in AB in 4. Man sieht ihn in AB in 5

und

und 6, wenn er in seiner Bahn aus 4 in 5 und 6 fortgegangen ist. Und in demselbigen Puncte erblickt man ihn noch, wenn er sich aus 6 in 7 bewegt hat. Da er nun also eine Zeitlang an eben demselbigen Orte gesehen wird: so scheinet er stille zu stehen. Bewegt er sich aber durch die übrigen Puncte 8, 9, 10, 11, 12: so sieht man ihn in AB in 8, 9, 10, 11, 12. Er ist demnach geradeläufig, und scheint sich von Abend gegen Morgen zu bewegen. Auf eine gleiche Art kan man die Bewegung der Venus bestimmen, wenn man sich die Mühe nehmen will, alles nach der gehörigen Proportion zu zeichnen. Damit man aber erkenne, daß dieses auch mit den obern Planeten angehe: so wollen wir die Ursachen der scheinbaren Bewegungen des Jupiters betrachten. Es sey demnach S die Sonne, der Circul um die Sonne die Laufbahn der Erde, der Bogen AB ein Theil von der Bahn des Jupiters, und endlich der Bogen CD die Sphäre der Fixsterne. Weil sich nun die Entfernung der Erde von der Sonne zu der Entfernung des Jupiters von derselben verhält, wie 24000 zu 106868 (§. 579.), das ist, wenn man 24000 dividirt, wie 1 zu 5; so richte man es so ein, daß die halben Diameter derer beyden innersten Circul eben diese Verhältniß gegen einander haben. Weil ferner der Jupiter 12mahl länger Zeit braucht sich um die Sonne zu bewegen, als

Tab. X. Fig. 106.

die

die Erde (§. 596.): so durchläuft er nur den zwölften Theil seiner Bahn, wenn die Erde ihren gantzen Circul um die Sonne zu Ende gebracht hat. Es sey demnach der Bogen AB der zwölfte Theil von der Bahn des Jupiters, und man theile ihn wiederum in 12 kleinere Theile ein. Wenn nun die Erde in ihrer Bahn in 1 ist, und der Jupiter in der seinigen AB auch in 1: so sieht man ihn an dem Himmel CD in 1. Bewegen sich beyde Planeten aus 1 ins 2: so erblickt man den Jupiter in CD in 2. Und also scheinet er sich von Abend gegen Morgen zu bewegen, und also geradeläufig zu seyn. Bewegt er sich nach diesem aus 2 in 3: so erblickt man ihn in CD in 3, und es bekömmt das Ansehen, als wenn er ein wenig stille gestanden und hernach rückgängig geworden wäre. Geht nun so wohl der Erdboden als der Jupiter aus 3 in 4: so sieht man ihn an dem Himmel CD in 4, und er scheinet noch weiter zurückegelauffen zu seyn. Wenn die Erde in ihrer Bahn, und der Jupiter in der seinigen aus 4 in 5 fortgerückt ist: so sieht man ihn dem ohngeachtet an dem Himmel CD noch in demselbigen Punct. Und derowegen muß er stille zu stehen scheinen. Die übrige Zeit aber, da sich so wohl die Erde als der Jupiter durch die Puncte 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. hindurchbewegt, sieht man ihn an dem Himmel CD in den Puncten 6, 7, 8, 9, 10, 11,

12,

Digitized by Google

12, und es bekömmt das Ansehen, als gienge der Jupiter ordentlich wieder von Abend gegen Morgen fort. Auf eine gleiche Art zeigen sich die Veränderungen bey dem Mars und Saturn, wenn man nur die gehörige Proportion im Zeichnen in acht nimmt.

§. 629. Drehete sich der Erdboden nach eben derselben Direction um seine Axe herum, nach welcher er um die Sonne herumgehet: so würde sich die Sonne das gantze Jahr in dem Aequator, das ist, in dem Circul, welcher von beyden Polen gleich weit absteht, zu bewegen scheinen. Sie würde also einmahl so lange über unserm Horizonte verbleiben als wie das andere. Und weil ihre Strahlen immer auf einerley Art zu uns gelangeten: so würden nicht nur alle Tage von gleicher Länge seyn, sondern es würde auch Wärme und Kälte nicht so, wie itzo, abwechseln; und mit einem Worte: wir würden nichts von den vier Jahreszeiten wissen. Glückseliger Zustand der Erde möchte man hier ausruffen, wenn man bedenckt, daß auf diese Art unser Europa zu einem Paradiese werden würde. Aber es würde es auch nur Europa und ein anderer kleiner Strich der Erde genennt werden können. Daher wäre dieses, was für uns gut wäre, in der That etwas schlimmes für den gantzen Erdboden. Denn der gröste Theil desselben würde zu einer Wüsteney werden müssen, die man nicht be-

Von den vier Jahreszeiten.

bewohnen könnte. Unter den Polen würde die Kälte gantz unerträglich seyn. Unter der Linie hingegen hätte man die Sonne Jahr aus Jahr ein über dem Kopfe, und würde sich für der Wärme ihrer Strahlen kaum genugsam beschützen können. Dieses konnte die Natur unmöglich geschehen lassen, sie muste auf ein Mittel bedacht seyn, die Sonnenwärme gleich auf der Erde auszutheilen, daß man nirgends an derselben einen allzugrossen Mangel verspührte, nirgends aber auch sich über einen allzugrossen Ueberfluß zu beklagen Ursach hätte. Der Weg solches zu erhalten war sehr leicht. Es durfte die Axe der Erde nur ein wenig inclinirt werden: so machte der Aequator mit der Erdbahn einen spitzen Winckel, und dieses war das sicherste Mittel die benöthigte Sonnenwärme allen Ländern mitzutheilen, und sie dadurch, bewohnt zu werden, geschickt zu machen. Der Winckel, welchen der Aequator mit der Ecliptick macht, beträgt 23 Grad und 29 Minuten. In dieser Weite ziehet man zwey Circul mit dem Aequator parallel und nennet sie die Wendecircul; insonderheit aber den in dem nordischen Theile den tropicum cancri, und den in dem südischen Theile tropicum capricorni. Es sey S die Sonne, ABCD die Bahn des Erdbodens, n der Nordpol, s der Süderpol, a der Aequator, b der tropicus cancri, und c der tropicus capricorni.

Tab. X. Fig. 107.

Wenn

Wenn nun die Erde in A ist: so fallen die Sonnenstrahlen senckrecht auf den tropicum cancri b. Sie macht es also in dem nordlichen Theile des Erdbodens, welchen wir bewohnen, warm. Wir haben den längsten Tag und zugleich den Anfang des Sommers, da sie hingegen in dem südlichen Theile der Erde den kürtzesten Tag, und mit demselben den Anfang des Winters haben. Innerhalb einem Vierteljahre rückt die Erde aus A in B. Die Sonnenstrahlen fallen senckrecht auf den Aequator a. Es ist Tag und Nacht einander gleich, die Wärme nimmt ab, und wir haben den Anfang des Herbstes. Bewegt sich nun die Erde das folgende Vierteljahr aus B in C: so fallen die Strahlen der Sonne senckrecht auf den tropicum capricorni c, wir bekommen in unsern nordischen Ländern dieselben sehr schräge, die Wärme nimmt mit der Länge der Tage ab, und wir haben zugleich mit dem kürtzesten Tage den Anfang des Winters, da sie in den südlichen Gegenden den Anfang des Sommers haben. Kommt endlich die Erde aus C in D: so fallen die Sonnenstrahlen wieder senckrecht auf den Aequator, sie kommen also nicht mehr, so schräge, wie vorhin, zu uns, sie machen es daher wärmer, Tag und Nacht sind einander gleich, und die Wärme nimmt aus dieser Ursache mit zu, weil die Tage immer länger werden, wenn

sich

sich die Erde aus D in A bewegt. Und so haben wir in D den Anfang des Frühlings.

Warum senckrechte Strahlen wärmer machen als schräge.

§. 620. Ich habe gesagt, daß es die Sonnenstrahlen wärmer machen wenn sie senckreckt, als wenn sie schräge, auf eine Fläche fallen. Nun könnte ich mich dabey wohl auf die Erfahrung beruffen; allein, es wird auch nicht schwer fallen, dieses zu erweisen. Man hat einen dreyfachen Grund, aus welchem sich darthun läßt, daß es senckreckte Strahlen wärmer machen müssen, als solche, welche schräge auffallen. Vors erste werden sie in einen grössern Raum ausgebreitet, wenn sie schief, als wenn sie perpendicular auf eine Fläche fallen. Der Augenschein lehrt es, daß DC grösser ist als AB, und gleichwohl fallen auf DC nicht mehrere Strahlen als auf AB. Wenn nun die Hitze desto grösser ist, je mehrere Sonnenstrahlen in einem Raume beysammen sind (§. 458.): so ist es gantz natürlich, daß es die Sonne in AB wärmer macht als in DC. Zum andern ist bekannt, daß ein Cörper mit seiner gantzen Kraft würcket, wenn seine Directionslinie auf der Fläche des andern perpendicular steht (§. 54.). Solchergestalt würcken die Strahlen in AB mit ihrer gantzen Kraft, in DC aber nur mit einem Theile derselben. Wenn nun die Wärme desto grösser ist, je grössere Gewalt die Feuertheile besitzen (§. 248.): so müssen es nothwendig die senckrechten Sonnenstrahlen

Tab. IX Fig. 198.

len wärmer machen als die schrägen. Endlich so ist SD grösser als SA. Denn SD ist die Hypothenuse, und SA ein Cathetus von einem rechtwinckligen Triangul. Die Hypothenuse aber ist allemahl grösser als der Cathetus. Derowegen müssen die Sonnenstrahlen einen weitern Weg durch die Luft hindurchgehen, wenn sie schief als wenn sie senckrecht auffallen. Je weiter aber der Weg ist, durch den sich die Sonnenstrahlen in der Luft bewegen müssen, desto mehrere Lufttheilgen treffen sie an, welche ihrer Bewegung widerstehen und von denen sie reflectirt werden. Je mehrere Sonnenstrahlen von der Luft reflectirt werden, desto weniger kommen auf den Erdboden. Wenn nun aber wenige Strahlen es nicht so warm machen als viele; so ist klar, daß auch aus dieser Ursache die Wärme geringer sey, wenn die Sonnenstrahlen schief, als wenn sie senckrecht auffallen.

§. 631. Die längesten Tage sind eben nicht allemahl die wärmesten. Denn man findet, daß es bisweilen noch sehr kalt ist, ohnerachtet die Tage ziemlich zugenommen haben, und daß es hingegen noch warm bleibt, obgleich die Tage mercklich kürtzer geworden sind. Die Ursache davon ist nicht schwer zu finden. Der Erdboden ist des Winters über sehr erkältet worden. Es dringen demnach die Feuertheilgen in ihn, als einen kalten und

Warum die längesten Tage nicht die wärmesten sind.

dichten Cörper, hinein (§. 247.); weil er aber davon nicht mercklich warm gemacht wird; so ist er nicht vermögend, seine Wärme der Luft wieder mitzutheilen; hingegen zu Ende des Sommers, da der Erdboden durch die mehr senckrecht auffallende Strahlen und die vielen langen Tage durchwärmet worden, nimmt er aus der Luft wenig Feuertheilgen an sich (§. 245.). Sie verbleiben demnach in der Luft, und machen dieselbe warm.

Von der Atmosphäre der Erde.

§. 632. Da die Luft, welche die Erdkugel umgiebt und ihre Atmosphäre genennt wird, durch die zwischen die Wendecircul fallende senckrechte Sonnenstrahlen stärcker als an den übrigen Orten erwärmet wird (§. 630.): so wird sie sich auch daselbst am stärckesten ausdehnen (§. 263.). Sie bekömmt demnach eine Figur, die noch mehr als die Erde von der kugelrunden Gestalt abweichet (§. 605.). Denn man wird nicht zweifeln, daß die Luft zwischen den Wendecirculn ebenfals durch das tägliche Umdrehen der Erde eine Kraft erhalte, sich daselbst weiter als an den übrigen Orten von dem Mittelpunte der Erde zu entfernen. Die Atmosphäre trägt im übrigen auch etwas dazu bey, daß wir einige Veränderungen bey den himmlischen Cörpern wahrnehmen. Sie ist ein Cörper, welcher dichter ist als die übrige Himmelsluft. Sie bricht also die Strahlen gegen den Perpendicul (§. 443.). Und da ein Circul durch die

Re-

Refraction eine elliptische Figur bekömmt (§. 453.): so begreift man, warum die Sonne und der Mond länglicht aussehen, wenn sie auf und untergehen. Weil ferner ein Object durch die Refraction höher erscheinet als es ist (§. 450.): so sehen wir die himmlischen Cörper, deren Strahlen in der Luft gebrochen werden, immer höher als sie sind; nur diejenigen sind davon ausgenommen, welche sich über unserm Scheitel befinden, indem die perpendicular einfallende Strahlen keiner Refraction unterworffen sind (§. 446.). Daher erblicken wir die Sonne alsdenn schon, wenn sie sich noch unter dem Horizonte befindet. Dieses hat keinen geringen Nutzen. Denn da denen Völckern, welche nahe an den beyden Polen wohnen, die Sonne nur um den Horizont herum zu gehen scheinet: so hält sie sich ein halb Jahr über dem Horizonte, und ein halb Jahr unter demselben auf. Kömten nun keine Strahlen zu ihnen gelangen, so bald die Sonne unter dem Horizonte wäre: so würden sie daselbst ein halb Jahr Tag, und ein halb Jahr Nacht haben. Allein, weil die Strahlen der Sonne, auch wenn sie schon untergegangen ist, durch die Refraction zu ihnen gebracht werden: so ist es daselbst die wenigste Zeit finster. Da sich endlich die Strahlen durch die Refraction in Farben verwandeln (§. 477.): so erkennet man zugleich die Ursache von den Farben des

Himmels zur Zeit der Morgen- und Abendröthe. Im übrigen ist dieses bey der Refraction der Strahlen in der Atmosphäre etwas besonders, daß sie nach einer krummen Linie geschiehet. Denn weil die Luft oben dünner ist als wie unten, und ein Strahl desto stärcker gebrochen wird, je dichter die Materie ist, da er hineinfähret (§. 448.): so werden die Sonnenstrahlen immer desto stärcker gebrochen, je näher sie dem Erdboden kommen. Da sie nun solchergestalt ihre Direction alle Augenblick verändern (§. 443.): so müssen sie eine krumme Linie beschreiben (§. 25.).

Von den Einwohnern der Planeten.

§. 633. Die Erde ist ein runder und dunckeler Cörper, der von der Sonne erleuchtet wird, und aus festen und flüßigen Theilen zusammengesetzt ist. Die Planeten haben eben dergleichen Beschaffenheit (§. 581. bis 599.). Die Erde hat Berge und Thäler, und man trift dergleichen auch in andern Planeten an (§. 586. 613.). Die Erde ist kleiner als die Sonne (§. 579.), die übrigen Planeten sind es auch. Sie hat einen Trabanten, den Mond. Jupiter wird von 4, und Saturnus von 5 solchen Monden begleitet (§. 594. 598.). Sie dreht sich wie die andern Planeten um ihre Axe herum (§. 602.), und beweget sich in ihrer Gesellschaft um die Sonne (§. 601.). Ein Weltcörper, der in Ansehung der übrigen eine Bewegung hat, ist ein Planet.

net. Und nun wird es sich nicht ändern lassen, man wird die Erde unter die Zahl der Planeten in unsern Weltgebäude rechnen müssen. Die Sonne ist es nur zum Schein; der Erde hingegen kömmt dieser Nahme von Rechts wegen zu. Allein, geht die Aehnlichkeit zwischen der Erde und den Planeten nicht weiter? Die Erde hat Pflantzen und Einwohner. Haben sie die Planeten auch? Warum wolte man ihnen solche absprechen? Sie sind ja eben so geschickt bewohnt zu werden, wie unser Erdboden. Wolten wir denn lieber glauben, daß solche Cörper blos für die lange Weile vorhanden wären, und daß sie zu nichts dienen solten, als die Neugierigkeit weniger Sternverständigen zu befriedigen, und sie mit der Ausrechnung ihrer Bewegung zu beschäftigen? Durchaus nicht. Man muß sich von der Natur eine viel edlere eine viel erhabnere Vorstellung machen. Sie bringt nicht ein Stäubgen vergebens hervor; wie vielweniger wird sie Cörper von solcher erstaunlichen Grösse ohne allen Zweck, ohne alle Absicht um die Sonne herumlauffen lassen? Jupiter und Saturn sind bey nahe 1000mahl grösser als die Erde. Die Erde ist mit so vielen Pflantzen und Thieren besetzt, daß es schon eine Verwegenheit heißt, wenn man sich nur die Anzahl aller der Arten zu bestimmen untersteht. Jupiter und Saturn aber solte gantz leer seyn, man solte daselbst nichts als

grosse Wüsteneyen und unbewohnte Länder antreffen? Gewiß, dis wäre ein Gedancke, der bey der sonst bekannten Geschicklichkeit der Natur recht seltsam erschiene. Zum wenigsten wüste ich nicht, warum der Jupiter und Saturn so viele Monden haben müste, wenn die Natur nicht vor lebendige Geschöpfe Sorge getragen hätte. Monden dienen zu keiner andern Absicht, als daß sie es auf dem Hauptplaneten helle machen, und der Ring um den Saturn hat einen gleichmäßigen Nutzen (§. 626.). Sollen also die Monde dem Jupiter und Saturn einige Vortheile schaffen: so müssen Creaturen daselbst vorhanden seyn, die das Licht der Monden empfinden können. Setzen wir nun Creaturen in den Jupiter und Saturn, welche eine Empfindung haben, was wollen dieses anders als Thiere seyn können? Wenn aber Einwohner in den Planeten seyn sollen, wie werden sie denn beschaffen seyn und was werden sie für eine Gestalt haben? Sind es lauter unvernünftige Creaturen? Das wolte ich nicht behaupten. So werden es Menschen seyn? Dieses noch vielweniger. Was sind es denn? In Wahrheit ich weiß es nicht. Menschen können es nicht seyn: denn dieses stritte nicht nur mit der Mannigfaltigkeit die die Natur in ihren Wercken beobachtet, sondern es litte es selbst die Beschaffenheit der Planeten nicht. Kein Mensch würde die Hi-

ße, welche im Mercur ist, erdulden können, und eben so wenig würde man die Kälte im Saturn zu ertragen vermögend seyn. Eben dieses gilt auch von den Pflantzen. Denn weil die Wärme der Sonne mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, so kan man vermittelst eines Brennglases den Grad der Hitze hervorbringen welcher sich im Mercur befindet, und wenn man dieses thut, so findet man daß dieser Grad der Hitze so groß sey, daß darinnen alle Pflantzen verderben. Hugenius will versichern, daß die Einwohner des Saturns ungemein groß sind. Denn sie bekommen ohnstreitig wenig Licht von der Sonne (§. 458.). Nun finden wir, daß sich der Stern in unserm Auge erweitert, wenn das Licht schwach ist. Derowegen haben die Saturniten einen grossen Stern im Auge; ist der Stern im Auge groß: so wird das Auge nicht klein seyn dürfen, und ein grosses Auge gehört, nach den Regeln des Wohlstandes, in einen grossen Cörper. Ich werde es nicht nöthig haben, zu zeigen, daß dieses nicht viel mehr, als ein artiger Einfall ist. Wir haben die Freyheit, den Einwohnern der Planeten alle mögliche Gestalten zu geben, bis man genauere Nachricht von ihrer Beschaffenheit einziehen kan, welches vermuthlich noch sehr lange dauern möchte.

Von den Neben-planeten.

§. 634. Die Austheilung der Monden ist, in Absicht auf die Bedürfniß der Einwohner eines jeden Planetens, ziemlich gleich geschehen. Mercur und Venus sind der Sonne sehr nahe, sie bekommen Licht genug von ihr, und haben also keinen Monden nöthig, der sie erleuchtet. Die Erde war schon weiter, und daher muste sie einen Mond haben. Jupiter, welcher noch weiter entfernt war, bekam ihrer 4, und dem Saturn als dem allerweitesten, wurden 5 zu Theil. Allein, hat der Mars keinen Mond, da er doch weiter als die Erde von der Sonne entfernet ist? Man muß es gestehen, daß man, aller angewendeten Bemühung ohngeachtet, noch keinen Mond um den Mars habe entdecken können. Die schönste Ordnung leidet ihre Ausnahme, und man ist doch nicht berechtigt dieselbe zu tadeln. Man muß nicht bloß auf die Absicht, sondern auch auf die würckende Ursache sehen, und sich nicht eher über den Mangel einer Vollkommenheit beschweren, als bis man erweisen kan, daß dergleichen möglich gewesen. Vielleicht hat die Erde vor diesen ausser den Monden auch den Mars noch zu ihren Trabanten gehabt. Er hat aber durch Hülfe eines Cometens ein Mittel gefunden ihr zu entwischen, und ist solchergestalt genöthiget worden um die Sonne zu lauffen. Denn es ist in dem Reiche der Planeten nicht anders. Der stärckere zieht den schwä-

schwächern an sich, und bringt ihn in seine Bothmäßigkeit, wenn er ihm nur nahe genug kömmt. Indessen gestehe ich gerne daß dieses ein Einfall und keine demonstrirte Wahrheit sey.

Von den Ursachen der Bewegung der Planeten.

§. 635. Nun ist es Zeit, an die Ursachen der himmlischen Bewegungen zu gedencken. Was erhält die Planeten in ihrem Lauf, und was heißt sie, denselben von neuen wieder anfangen, wenn sie ihn einmahl zu Ende gebracht haben? Wir werden die gantze Sache nicht beurtheilen können, wenn wir nicht von der Schwere der Planeten vorher einige Betrachtungen anstellen. Die Schwere der irdischen Cörper ist eine Kraft, dadurch sie beständig gegen den Mittelpunct der Erde getrieben werden (§. 119.). Hieraus fließt, daß man die Schwere überhaupt erklären könne durch eine nach einem beständigen Puncte abzielende Kraft. Solchergestalt ist die Schwere überhaupt nichts anders, als die Centripetalkraft eines Cörpers (§. 104.). Daß die Schwere der Menge der Materie jederzeit proportional sey, daran ist gar nicht zu zweifeln. Ein jedes Theilgen eines Cörpers ist schwer, und daher ist die Schwere des gantzen Cörpers nichts anders, als die Schwere aller seiner Theile. Sie ist demnach der Anzahl der Theile, und folglich der Masse des Cörpers proportional (§. 56.).

Die Schwere nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab.

§. 636. Daß die Schwere dergestalt abnehme, wie das Quadrat der Entfernung von dem Puncte, gegen welchen die Schwere gerichtet ist, zunimmt, hat Newton zuerst gefunden. Es liegt darinnen der Grund von denenjenigen Regeln, nach welchen die Planeten in unsrer Weltordnung ihre Bewegung verrichten. Es ist demnach zu mercken, daß es mit der Schwere fast eben die Beschaffenheit habe, als mit dem Lichte. Es fahren von einem eintzigen Puncte eines Cörpers unzählige Lichtstrahlen nach allen Gegenden aus (§. 436.); die Schwere hingegen treibt die Cörper von allen Gegenden gegen einen gewissen Punct (§. 635.). Die Lichtstrahlen bewegen sich in geraden Linien (§. 435.), und die Schwere verrichtet ihre Würckung auf eben dieselbige Art. Es ist demnach klar, daß, in soferne diese beyde Sachen mit einander übereinkommen, von dem einen gelten müsse, was von dem andern erwiesen worden. Nun nimmt das Licht ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, und da dieses aus keiner andern Ursache geschiehet, als weil es seine Würckung nach geraden Linien äussert (§. 438.): so ist klar, daß auch die Schwere so abnehmen müsse, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt.

Von der anziehenden Kraft der Welt.

§. 637. Die Sternverständigen haben angemerckt, daß sich die Planeten dergestalt um die Sonne bewegen, daß sie solche Flächen

um

um dieselbe beschreiben, die den Zeiten ihrer Bewegung proportional sind. Da sie nun solchergestalt eine Centripetalkraft besitzen, welche gegen die Sonne gerichtet ist (§. 112.), und die Centripetalkraft mit der Schwere eines Cörpers einerley ist (§. 635): so hat Kepler gantz recht, wenn er den Planeten eine Schwere gegen die Sonne zueignet. Da nun ferner eine jede Würckung eine Gegenwürckung hat, welche ihr gleich ist (§. 36.): so muß man auch der Sonne eine Schwere gegen die Planeten einräumen. Im übrigen wird man nicht zweifeln, ob die Planeten die Sonne, und die Sonne hinwiederum die Planeten an sich ziehe, wenn man dasjenige bedenckt, was oben von der anziehenden Kraft der Erde ausgeführt worden (§. 425.). Mit den Nebenplaneten hat es eben diese Beschaffenheit. Sie beschreiben um den Hauptplaneten Flächen, die den Zeiten proportional sind. Sie besitzen also eine Centripetalkraft, welche gegen den Hauptplaneten gerichtet ist (§. 112.). Und man wird daher sagen müssen, daß der Jupiter und Saturn eine anziehende Kraft habe dadurch er seine Monden nöthigt, sich in krumme Linien um ihn herumzubewegen (§. 105.). Nun können wir urtheilen, warum die Planeten so ungemein weit von einander entfernet sind. Sie musten eine anziehende Kraft besitzen, wenn sich die Hauptplaneten um die Sonne, und die Monden

den um ihre Hauptplaneten herumbewegen solten. Dieses war unumgänglich nöthig. Wären sie nun aber näher an einander gesetzet worden: so würden sie einander selbst viel stärcker nach sich gezogen haben, indem ihre anziehende Kraft in der Proportion zunimmt, wie das Quadrat der Entfernung vermindert wird (§. 636.). Sie würden demnach einander in der Bewegung verhindert, und die unter ihnen eingeführte Ordnung unterbrochen haben. Widrigenfals würde die Natur den Raum nicht so verschwendet und die Weltcörper so viele 1000 Meilen von einander gesetzet haben. Nein! man kan versichert seyn, es werde die Natur niemahls durch Umwege etwas verrichten, das sie durch ein leichteres Mittel hätte erhalten können. Daß sie aber die Planeten so nahe an einander gesetzt habe, als es ihr immer möglich gewesen, erhellet daraus, daß es nicht völlig hat verhindert werden können, daß solche Planeten einander an sich ziehen, von denen man eben nicht behaupten kan, daß ihre Würckung in einander der Absicht der Natur gemäß sey. Denn die Sternverständige haben wahrgenommen, daß der Saturn etwas von seiner Bahn abgelenckt worden, wenn er sich dem Jupiter, als dem grösten Planeten (§. 596.), und welcher also auch unter allen übrigen die stärckste anziehende Kraft besitzt (§. 635.), in seiner Bewegung genähert. Der Saturn ist bey dieser Be-

Gelegenheit auch nicht müßig gewesen. Denn Flammstedt hat wahrgenommen, daß er die Bewegung der Jupiterstrabanten verändert hat. Wir sehen ferner gantz deutlich die Ursache von der Erstaunlichen Grösse der Sonne (§. 579.). Sie muste dergleichen haben, nicht nur um den entferntesten Planeten Licht und Wärme zu verschaffen, sondern auch damit sie sich um dieselbe in ordentlichen Creisen herumbewegen möchten. Nimmermehr würde dieses geschehen seyn, wenn die Sonne die Hauptplaneten nicht stärcker, als sie einander selbst, an sich gezogen hätte. Muste sie nun in der gantzen Weltordnung die grösste anziehende Kraft besitzen: so müste sie auch alle übrige an der Grösse übertreffen. Denn es ist die anziehende Kraft der Menge der Materie jederzeit proportional (§. 635). Endlich so siehet man, warum sich die kleinen Planeten nahe bey der Sonne, und die grössern weiter davon entfernet befinden. Die Würckung der anziehenden Kraft der Sonne, welche mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt (§. 636.), würde in den entfernten Planeten gantz ungemein geringe seyn, sie würde nicht zureichen, dieselben in ihrer Bewegung zu erhalten. Es muste ihnen demnach durch die Menge der Materie ersetzt werden (§. 635.), was sie durch die Entfernung von der Sonne verloren hatten (§. 636.).

§. 638.

Von der elliptischen Bewegung der Planeten.

§. 638. Weil die Planeten eine Schwere gegen die Sonne haben: so würden sie in dieselbe hineinfallen müssen, wenn sie keine Centrifugalkraft hätten (§. 29.); da sie nun aber krumme Linien um die Sonne beschreiben: so müssen sie nothwendig ausser ihrer Schwere noch eine Centrifugalkraft besitzen (§. 106.). Ihre Bewegung geschiehet zwar in einer krummen Linie, die in sich selbst zurückeläuft, sie ist aber dem ohngeachtet kein Circul, sondern, wie Kepler gefunden, eine Ellipsis, in deren einem Brennpuncte die Sonne anzutreffen ist. Die Planeten kommen also der Sonne bald näher, bald entfernen sie sich wieder von derselben. Selbst unsere Erde ist davon nicht ausgenommen. Denn wir müssen nothwendig der Sonne näher gekommen seyn, wenn ihr scheinbarer Diameter grösser geworden ist. Man hat aber gefunden, daß der scheinbare Diameter der Sonne im Winter allemahl grösser sey als im Sommer. Flammstedt hat den grösten scheinbaren Diameter der Sonne 32 Minuten und 40 Secunden, den kleinsten aber nur 31 Minuten und 40 Secunden zu seyn bemercket.

Bewegung der Planeten ist ungleich.

§. 639. Wenn die Planeten der Sonne nahe kommen: so zieht sie sie stärcker an sich, als wenn sie weiter von ihr entfernet sind (§. 636.). Je stärcker die Sonne die Planeten an sich zieht, desto geschwinder müssen sie sich

beg

bewegen (§. 29.). Derowegen wird die Bewegung der Planeten beschleuniget, wenn sie sich der Sonne nähern, sie wird vermindert, wenn sie sich von ihr entfernen. Da nun dieses wiederum auch in Ansehung der Erde Statt hat: so scheinet die Sonne die eine Helfte des Thierkreises in kürtzerer Zeit als die andere durchzulauffen (§. 628.); ob man schon nicht leugnet, daß die Sonne auch noch aus einer optischen Ursache sich in der einen Helfte der Ecliptick länger als in der andern aufzuhalten scheint, welches nicht geschehen würde, wenn sie recht im Mittelpuncte der Erdbahn, und nicht vielmehr in dem einen Brennpuncte dieser Ellipsis anzutreffen wäre. Denn aus beyden Ursachen kömmt es, daß man vom Frühlings æquinoctio bis auf das æquinoctium im Herbste acht Tage mehr, als vom Herbst æquinoctio bis auf das æquinoctium im Frühlinge, zählen muß.

Ursache von der Bewegung des Mondes.

§. 640. Damit man erkenne, wie sich die Bewegung der Planeten von ihrer Schwere herleiten lasse: so wollen wir versuchen, ob wir nicht aus der Schwere des Monds herausbringen können, daß er sich binnen 27 Tagen, und 7 Stunden, um die Erde herum bewegen müsse. Weil die Schwere abnimmt, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt (§. 636.): so ist leicht zu erach-

erachten, daß ein Cörper, der so weit als der Mond von dem Erdboden entfernet ist, keine so grosse Schwere besitzen könne, als wenn er der Erde nahe wäre. Damit sich aber die Schwere des Monds genauer bestimmen lasse: so wollen wir annehmen, daß seine mittlere Entfernung von der Erde 60 halbe Erddiameter betrage. Solchergestalt verhält sich die Schwere des Monds zu der Schwere, die er haben würde, wenn er ganz nahe auf dem Erdboden läge, wie 1 zu 60 × 60. Ein schwerer Cörper fällt nahe bey dem Erdboden $15\frac{1}{12}$ Pariserschuh innerhalb einer Secunde (§. 131.). Verhalten sich nun die Raume, wie die Quadrate der Zeiten (§. 131.): so ist das Quadrat der Zeit, in welcher der Mond eben so weit herunterfallen würde, 60 × 60 Secunden. Die Zeit selbst wird demnach nur 60 Secunden seyn dürffen. Da nun 60 Secunden eine Minute ausmachen: so fällt der Mond vermöge seiner Schwere innerhalb einer Minute $15\frac{1}{12}$ Schuhe gegen den Erdboden. Er fällt demnach in einer Minute eben so tief, als ein Cörper nahe an dem Erdboden in einer Secunde gefallen seyn würde. Dieses ist die Centripetalkraft des Mondes LN. Da er nun aber ausser dem noch eine

Cen-

Centrifugalkraft besitzet: so beschreibt er, vermöge beyder, eine krumme Linie (§. 105.). Und man kan leicht erachten, daß der Bogen, welchen er innerhalb einer Minute durchläuft, nur ein sehr kleiner Theil von seiner ganzen Laufbahn seyn müsse. Kleine Bogen eines Circuls sind von ihrem Sinus nicht merklich unterschieden. Gesetzt demnach, es sey LM der Bogen, welchen der Mond in einer Minute durchläuft: so ist MN der Sinus dieses Bogens, und ich werde die Freyheit haben, den Sinum MN anstatt des Bogens LM anzunehmen. Aus der Geometrie ist bekannt, daß man schliessen könne, TN: NM = NM: NL (§. 158. Geom.), NL ist, wie wir vorher ausgemacht, $15\frac{1}{12}$ Pariserschuh. Weil nun dieses in Ansehung der Linie TL, welches der Diameter der Laufbahn des Mondes ist, für nichts geachtet werden kan: so kan man an statt der Linie TN die Linie TL setzen. Nun ist TL der Diameter der Laufbahn des Mondes. Derowegen wird man nicht Ursache haben, an der Richtigkeit folgender Proportion zu zweifeln. TL: LM = LM: LN, das ist, wie sich verhält der Diameter der Laufbahn des Mondes zu dem Bogen, den er in einer Minute beschreibt, Tab. IX Fig. 109.

so verhält sich dieser Bogen zu der Centripetalkraft oder der Schwere des Monds. Weil nun in einer geometrischen Proportion das Product der äusersten Glieder dem Producte der beyden mittelsten in einander beständig gleich ist (§. 82. Arith.): so ist die Zahl, welche heraus kömmt, wenn man den Diameter der Laufbahn des Monds mit seiner Schwere multipliciret, so groß als das Quadrat von dem Bogen, den der Mond innerhalb einer Minute beschreibet. Der Diameter der Laufbahn des Monds ist 120 halbe Erddiameter. Ein halber Erddiameter enthält 19615800 Schuh, derowegen macht der Diameter der Laufbahn des Monds 2353396000 Schuh. Die Schwere des Monds ist $15\frac{1}{12}$. Multipliciret man beyde Zahlen mit einander: so bekommt man 35504598000. Ist nun dieses das Quadrat desjenigen Bogens, den der Mond innerhalb einer Minute durchläuft, so wird man aus dieser Zahl die Quadratwurzel ausziehen müssen, um den Bogen selbst zu finden. Die Quadratwurzel von dieser Zahl ist 188426, welches demnach den Bogen in Schuhen ausdrücket, durch welchen sich der Mond in einer Minute hindurch beweget. Aus dem Diameter der Laufbahn

des

des Monds 2353896000 suche man die Peripherie (§. 132. Geomet.): so findet man, daß die ganze Laufbahn des Monds 7391233440 Schuhe ausmacht. Wenn man nun ferner schließt: wie sich der Bogen ML welchen der Mond in einer Minute durchläuft = 188426 verhält zu der ganzen Laufbahn des Mondes = 7391233440 so die Zeit darinnen er den Bogen LM durchläuft das ist 1 Minute, zu der Zeit da er seinen ganzen Lauf zu Ende bringet: so findet man die Anzahl der Minuten, welche der Mond braucht seinen ganzen Lauf zu vollenden 39272: man hat also die Zeit gefunden, welche vorbey fließt indem der Mond einmahl um die Erde herumkömmt. Verwandelt man endlich die Minuten in Stunden, und die Stunden in Tage: so zeigt sich, daß der Mond 27 Tage, 7 Stunden gebrauche, wenn er einmahl um die Erde herumkommen soll. Da sich nun dieses in der Erfahrung so und nicht anders befindet (§. 615.): so ist klar, daß die Schwere des Monds die Ursache sey, warum seine Bewegung so beschaffen ist, wie wir sie aus der Erfahrung oben angenommen. Tab. VIII. Fig. 109.

§. 641. Eben diese Beschaffenheit, welche es mit der Bewegung des Monds um die Bewegungsgesetze der Planeten.

Erde hat, hat es auch mit den Jupiters- und Saturnustrabanten. Sie bewegen sich aus keiner andern Ursach um ihren Hauptplaneten herum, als weil sie eine Schwere gegen denselben haben, und die Hauptplaneten bewegen sich aus einer gleichmäßigen Ursache um die Sonne, jedoch immer langsamer, je grösser ihre Entfernung ist, indem ihre Schwere mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt. Bewegen sich die entfernten Planeten langsamer als die nähern: so müssen sie ohnstreitig eine längere Zeit zubringen, ehe sie ihren Lauf vollenden. Keppler hat das unveränderliche Gesetz der Natur, nach welchem dieses geschiehet, glücklich entdeckt, indem er gefunden, daß die Quadrate der Zeiten, in welchen die Planeten ihren Umlauf verrichten, sich wie die Cubi ihrer Entfernung verhalten. Man darf demnach nur die periodischen Zeiten zweyer Planeten quadriren, und aus den gefundenen Quadraten die Cubicwurzel ausziehen, wenn man die Verhältniß ihrer Entfernung zu wissen verlangt. Hier haben wir aufs neue eine Probe, daß sich die Erde um die Sonne bewegt. Räumt man dieses ein: so hat das Kepplerische Bewegungsgesetze, in Ansehung aller Planeten und selbst des Erdbodens, statt. Behauptet man aber, daß die Erde stille stehe und sich die Sonne bewege: so ist

der

der Satz nicht allgemein, denn er liesse sich so dann bey der Sonne nicht anbringen. Die Sonne würde sich, in Ansehung des Mondes, geschwinder bewegen als es seyn müste, wenn sich die Cubi der Entfernung beyder Cörper von der Erde wie die Quadrate ihrer periodischen Zeiten verhalten solten.

Von der Geschwindigkeit der Sonnenstrahlen.

§. 642. Ich habe oben (§. 251.) angenommen, daß sich die Sonnenstrahlen in acht Minuten von der Sonne bis auf die Erde bewegen. Dieses läßt sich aus dem beurtheilen, was man von den Jupiterstrabanten angemerckt, wenn sie durch den Schatten des Jupiters verfinstert worden. Es fließt eine gewisse Zeit vorbey, ehe sie durch den Schatten des Jupiters hindurch kommen. Es dauert aber ihre Verfinsterung bey nahe 15 Minuten länger, wenn der Jupiter mit der Sonne an einem Orte gesehen wird, als wenn er ihr gegen über stehet, wie solches Römer und Caßini angemerckt haben. Wenn die Sonne mit dem Jupiter an einem Orte des Himmels gesehen wird: so ist die Erde von dem Jupiter um den Diameter der Erdbahn weiter entfernet, als wenn Jupiter der Sonne entgegengesetzt ist. Da nun in dem letztren Falle das Licht von den Jupiterstrabanten bey nahe 15 Minuten später bey uns ankömmt, als in dem erstern, und das Licht der Jupiterstrabanten nichts anders als ein re-

flectirtes Sonnenlicht ist: so brauchen die Sonnenstrahlen 15 Minuten, ehe sie den Diameter der Erdbahn durchlauffen. Da nun der halbe Diameter der Erdbahn, der Entfernung der Sonne von der Erde gleich ist: so ist klar, daß das Licht bey nahe 8 Minuten gebrauche, von der Sonne bis auf die Erde zu kommen.

Von den Cometen.

§. 643. Unter die Zahl derjenigen Cörper, die sich um die Sonne herumbewegen zählet man billig die Cometen. Es sind Sterne, welche sich mit einem langen durchsichtigen Schweife darstellen; und wenn wir den Sterndeutern glauben wollen: so prophezeyen sie der Erde niemahls etwas gutes. Ich werde der Mühe überhoben seyn, diesen seltsamen Wahn zu widerlegen, weil er sich fast nur bey dem gemeinen Manne befindet, der die Freyheit hat, sich an den allerbesten Gründen nicht begnügen zu lassen. Die Cometen sind beständige Weltcörper, und ihre Erscheinung zieht keine grössere Folgen nach sich, als die Erscheinung des Jupiters oder Saturns. Denn daß die Cometen nicht eine Art von Ausdünstungen sind, welche sich in unserer Luft aufhalten, wie vormahls Aristoteles geglaubt, erhellet daraus, weil sie sich, wie alle übrige himmlische Cörper, von Morgen gegen Abend zu bewegen scheinen (§. 602.), welches nimmermehr geschehen könnte, wenn sie sich in unserer Luft aufhielten, und sich daher

her mit der Atmosphäre und dem Erdboden zugleich herumdreheten. Ja, man würde einen Cometen nicht an so vielen Orten wahrnehmen, wenn er nicht sehr weit von der Erde entfernet wäre. Sie bewegen sich vielmehr in einer elliptischen Bahn um die Sonne, dergestalt, daß sich diese in dem einen Brennpuncte befindet: denn man hat bemerckt, daß die Cometen Flächen um die Sonne beschreiben, die den Zeiten ihrer Bewegung proportional sind (§. 112.). Allein, diese Ellipsis ist viel schmäler, zugleich aber auch länger als diejenigen, in welchen sich die Planeten bewegen. Daher kömmt der Comet der Sonne einmahl sehr nahe, hernach aber entfernt er sich wieder ungemein weit von derselben, und gehet viel weiter als der Saturn von ihr hinweg. Dieses ist eben die Ursache, warum die Cometen nur bisweilen erscheinen. Es geschiehet nemlich nur alsdenn, wenn sie in ihrer Bewegung dem einem Brennpuncte, darinnen die Sonne ist, nahe kommen, der gröste Theil ihrer Laufbahn aber ist so weit von uns entfernet, daß es uns unmöglich fällt, den Cometen in einer so grossen Entfernung wahrzunehmen.

Eigentliche Beschaffenheit der Cometen.

§. 644. Da sich die Cometen in einer Ellipsi bewegen: so halten sie ihren ordentlichen periodischen Umlauf; und die Bemühung der Sternverständigen, die Erscheinung der Cometen voraus zu sagen, ist nicht gäntzlich

fruchtlos gewesen. Ihrer Meynung nach soll der Comet, der im Jahr 1682 erschienen, in 75; der, welcher An. 1661. gesehen worden, in 129 Jahren; und der dritte von 1680, in 575 Jahren seinen periodischen Lauf zu Ende bringen. Daher müste der erste von diesen Cometen im Jahr 1758, der andere 1789, der dritte aber nicht eher als 2255. wieder erscheinen. Weil aber die Ellipsis, darin die Cometen lauffen, schmäler ist als die Laufbahn der Planeten: so kommen sie bisweilen viel näher als der Mercur an die Sonne, und stehen daselbst eine solche Hitze aus, daß unser Erdboden in Brand gerathen würde, wenn er der Sonne so nahe kommen solte. Der Comet An. 1680. gieng so nahe bey der Sonne vorbey, daß sich seine Entfernung zu der Weite der Erde von der Sonne verhielt, wie 6 zu 000. Nimmt nun die Wärme der Sonnenstrahlen mit ihrer Dichtigkeit, und diese umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung, von der Sonne zu (§. 438): so hat sich die Hitze des Cometen zu der Sonnenwärme auf dem Erdboden verhalten, wie 1000000 zu 36, oder wie 28000 zu 1. Nun hat Newton gefunden, daß siedendes Wasser 3 mahl heisser sey als die Erde, wenn sie des Sommers von der Sonne erwärmet worden. Er hat ferner ausgemacht, daß ein glüendes Eisen bey nahe 4 mahl heisser sey, als siedendes Wasser. Derowegen muß

der

der Comete damahls zum wenigsten 2000 mahl heisser als ein glüendes Eisen geworden seyn. Eine eiserne Kugel, die im Diameter 1 Zoll hat, wird nicht völlig in einer Stunde kalt. Da sich nun die Zeiten der Erkältung wie die Diametri verhalten (§. 280.): so würde eine glüende eiserne Kugel, welche so groß wäre wie dieser Comet, und daher im Diameter 40000000 Schuh hätte, ihre Wärme erst nach 20000000 Tagen oder 54694 Jahren verlieren. Sind nun die Cometen Planeten, die aus festen und flüßigen Theilen zusammengesetzt, und mit einer Atmosphäre umgeben sind: so kan man urtheilen, was für wichtige Veränderungen auf ihnen bey der Annäherung an die Sonne vorgehen müssen. Ihre Atmosphäre dehnt sich gewaltig aus (§. 263.), und wird mit den vielen Ausdünstungen, die aus den Cometen in die Höhe steigen, erfüllt (§. 366.); sie bricht demnach die Sonnenstrahlen sehr starck, und dieses mag wohl die Ursache von dem Schwantz des Cometen seyn. Denn man nimmt wahr, daß er gröſſer gewesen, da sich der Comet wieder von der Sonne entfernt, als da er sich ihr genähert hat. Uberdis haben die Sternverständigen angemerckt, daß der Schwantz des Cometens der Sonne allemahl gegen über stehet. Dieses ist der Begrif, welchen sich Whiston von den Cometen macht, und aus welchem er die Veränderung des Erdbodens

durch die Sündfluth auf eine sinnreiche Art herleitet. Es haben Newton und Halley durch astronomische Rechnung ausgemacht, daß der Comete von 1681 seinen periodischen Umlauf in 575½ Jahre zu Ende bringe. In der That findet man auch in der Historie die deutlichsten Spuren davon. Denn wenn man 575 Jahr von 1681. zurücke zählt so kommt das Jahr 1106 heraus, in welchem bey dem Tode Käyser Henrichs des Vierten ein grosser Comet erschienen. Weiter zurück findet man die Nachricht, daß dergleichen Comet im Jahr 531 zu Kayſers Justiniani Zeiten gesehen worden; und noch 575 Jahr zurück, hat man eben dergleichen nach Julius Cäsars Tode angemerckt. Whiston hat 7 solche Perioden zurückegezählt, welche 4028 Jahre ausmachen. Da nun dieses eben auf das Jahr der Sündfluth fällt, und die astronomischen Rechnungen zeigen, daß dieser Comete damahls ungemein nahe bey der Erde vorbeygegangen sey: so verfiel er darauf, daß vielleicht der Comet durch seine Gegenwart die Sündfluth verursachet habe. Er traf alles dasjenige bey ihm an, was zu Hervorbringung so wichtiger Veränderung vonnöthen zu seyn schien. Denn weil die Atmosphäre des Cometen mit vielen wässerigen Dünsten erfüllet gewesen: so habe sie durch ihre Gegenwart den vierzigtägigen Regen verursachet. Es hätte der Comet durch seine an-

anziehende Kraft (§. 637.), die Rinde der Erde von einander gerissen und dem unterirdischen Wasser einen Ausgang verstattet. Und dieses soll Moses durch das Aufthun der Brunnen haben anzeigen wollen. Eben diese anziehende Kraft des Cometen hätte ferner den Lauf der Erde verändert und ihre Laufbahn grösser gemacht, dergestalt, daß das Jahr nunmehro 365 Tage bekommen, da es vor der Sündfluth nur 360 gehabt hätte. Weil endlich die Atmosphäre der Erde nach der Sündfluth mit viel mehr wässerigen und schädlichen Ausdünstungen erfüllet gewesen, als vor derselben: so wäre die Luft viel unreiner, zugleich aber auch ungesunder geworden, als vorher. Daher liesse es sich begreiffen, warum die Leute nach der Sündfluth nicht so lange gelebt, als die Patriarchen vor derselben. Man kan nicht leugnen, daß die Erzehlung Mosis damit übereinstimmet. Denn es haben gelebt

Vor der Sündfluth

	Jahre
Adam	930
Seth	912
Enos	905
Kenan	910
Mahalaleel	895
Jared	962
Enoch	365
Methusalah	969
Lamech	777
Noah	950
Sem	600

Nach der Sündfluth

	Jahre
Noah	950
Sem	600
Arpharad	438
Salah	433
Heber	464
Phaleg	239
Ren	239
Serug	230
Nahor	148
Terach	205
Abraham	175
Isaac	180
Jacob	147
Joseph	110

Die

Diese Meynung, welche Whiston in seiner Theoria tellur.s mit vieler Gelehrsamkeit ausgeführt, hat freylich nicht bey allen Beyfall gefunden. Man muß auch einen Einfall nicht höher schätzen als er es verdienet. Zu allem Glücke ist es kein Glaubensarticul, und ein jeder kan es also damit halten wie es ihm beliebet.

§. 645. Ohnerachtet die Bewegung der Cometen gantz ordentlich ist, so geschiehet sie doch öfters nach einer gantz andern Direction, als die Bewegung der Planeten, indem sie sich nicht nur von Abend gegen Morgen, sondern wohl gar von Mittag gegen Norden bewegen. Dieses stößt den Lehrbegrif, welchen sich des Cartes von der Bewegung der Planeten gemacht hatte, über den Hauffen. Er behauptete nemlich, es befände sich ein Wirbel von subtiler Materie um die Sonne. Die Planeten, welche in diesem Wirbel schwämmen, sähen sich genöthigt, seiner Bewegung zu folgen, und also um die Sonne, als um ihren Mittelpunct, herumzulauffen. Würden aber, wenn dieses wahr wäre, nicht die Cometen von dem Wirbel gleichfals fortgerissen werden, und daher gezwungen seyn, sich ebenfals wie die Planeten zu bewegen? Und es geht überhaupt nicht an, den Raum darin sich die Planeten befinden, mit vieler Materie zu erfüllen. Denn sie würde der Bewegung der himmlischen

Von dem cartesianischen Sonnenwirbel.

schen Cörper widerstehen, ihre Centrifugalkraft würde abnehmen. Da nun ihre Schwere gegen die Sonne unverändert bliebe: so würden die Planeten insgesamt anfangen Spirallinien um die Sonne zu beschreiben, und endlich in dieselbe hineinfallen. Soll also der Raum in unserm Weltgebäude gantz leer seyn? Dieses ist eben nicht nöthig. Man kan ihn mit einer subtilen Materie erfüllen, ohne daß der Bewegung der Planeten ein mercklicher Widerstand geschieht. Niemand wird daran zweifeln, wenn er bedenckt, daß oben erwiesen worden, es könne ein unbeschreiblich grosser Raum mit der Materie eines einzigen Sandkörngens angefüllet werden (§. 11.). Ist nun der Widerstand, welcher den Planeten in ihrer Bewegung geschiehet, so ungemein geringe: so war ein eintziger Stoß, den sie bey dem Ursprung aller Dinge bekommen, nebst ihrer Schwere, hinreichend genug, sie in den Stand zu setzen, sich bis auf undencklíche Zeiten in krummen in sich selbst zurücklaufenden Linien um die Sonne herumzubewegen (§. 24.). Daß aber eben solche und keine andere Linien von ihnen beschrieben werden, haben wir als eine Folge aus dem Gesetze der Schwere anzusehn, daß sie abnimmt wie das Quadrat der Entfernung zunimmt. Denn vermöge dieses Gesetzes muß ein Planet eine Ellipse oder einen Circul, welcher nichts anders als eine beson-

dere

dere Art der Ellipsen ist, beschreiben. Wir sehen zugleich was die Ursache sey daß die größten Planeten am weitesten von der Sonne entfernet sind. Denn bildet euch ein, daß alle Planeten mit gleicher Geschwindigkeit fortgeworffen würden: so hätten die schwereſten die gröſte Centrifugalkraft (§. 56.). Ist es also wohl zu bewundern daß sie sich am weitesten von der Sonne als ihren gemeinen Schwerpuncte entfernen? Es ist wahr viele Sternverständige geben den Saturn kleiner an als den Jupiter. Aber man muß auch bedencken daß Saturn einen Ring um sich hat, und daß ihn 5 Monden begleiten die eine Schwere gegen ihn haben. Da Jupiter hingegen nur 4 Monden und keinen Ring hat. Dieser Ring des Saturns ist meiner Meynung nach daher entstanden, daß sich, als der Saturn noch flüßig gewesen, etwas von seiner Materie los gerissen hat und feste geworden ist. Freylich müste dieses von dem Umdrehen des Saturns um seine Axe hergekommen seyn, welche man noch nicht observiret hat. Es ist aber auch dieser Planet so weit von uns entfernet, daß man sich nicht wundern darf wenn man sein Umdrehen noch nicht hat wahrnehmen können. Daß endlich der Saturn ehemahls flüßig gewesen sey, wird dadurch wahrscheinlich, weil dieses oben von unsrer Erde erwiesen worden ist (§.607.).

§. 646.

Von den Fixsternen.

§. 646. Wir haben bisher ausser der Sonne nur 16 Weltcörper kennen lernen, nemlich 6 Hauptplaneten und 10 Monde. Da man aber eine ungleich grössere Menge an dem Himmel antrift: so fragt es sich billig, was man aus ihnen machen solle? Planeten können es nicht seyn: denn sie haben keine eigene Bewegung, ausser derjenigen von Morgen gegen Abend, welche vom Umdrehen der Erde herrührt. Sie verändern ihre Lage nicht gegen einander, und dis ist eben die Ursache, warum sie Fixsterne genennt werden. Sie sind in Ansehung der Grösse gar sehr von einander unterschieden, dergestalt, daß einige nur einem dünnen Nebel gleichen, und daher neblichte Sterne heissen. Uberdiß trift man einen grossen weißlichten Streiffen am Himmel an, der die Milchstrasse genennt wird. Die Ferngläser haben gelehrt, daß die neblichten Sterne so wohl, als die Milchstrasse, nichts anders als ein Hauffen kleiner Fixsterne sind, die man mit blossen Augen nicht wahrnehmen kan. Daß aber ein Fixstern im scheinbaren Diameter von dem andern so sehr unterschieden ist, beweiset nicht so wohl einen Unterscheid in ihrer wahren Grösse, als vielmehr eine verschiedene Entfernung derselben.

Die Fixsterne sind Sonnen.

§. 647. Die Fixsterne unterscheiden sich ferner von den Planeten durch ihr lebhaftes Licht, indem sie viel heller als jene aussehen.

Uber-

Digitized by Google

Uberdis scheint ihr Licht zu zittern, dergleichen zitterndes Licht man bey den Planeten ebenfals nicht beobachtet. Weil es nicht selten geschiehet, daß die Fixsterne von den Planeten verdeckt werden: so müssen jene weiter, als diese, von der Sonne entfernet seyn. Nun ist ihr Licht stärcker als das Licht der Planeten; sie können es demnach nicht von der Sonne haben, sondern es ist ihnen eigen. Nennen wir nun einen Weltcörper, der sein eigen Licht hat, eine Sonne; so wird man kein Bedencken tragen, den Fixsternen diesen Nahmen beyzulegen. Dieses wird auch durch das Zittern, welches man bey ihren Strahlen wahrnimmt bestätigt. Es kan solches unmöglich von etwas anders, als von der Refraction ihrer Strahlen, in den Dünsten, so sich in unserer Luft aufhalten, herkommen, als welche durch ihre Bewegung verursachen, daß die Strahlen der Fixsterne bald nach dieser, bald nach jener Direction in das Auge fallen (§. 443.). Kan man nun nicht leugnen, daß das Licht der Planeten ebenfals durch unsere Atmosphäre hindurchgehe, ehe es zu unserm Auge gelangt: so müßte auch ihr Licht auf verschiedene Art gebrochen werden, und daher zu zittern scheinen. Daß wir aber dergleichen nicht wahrnehmen, kan keiner andern Ursache zugeschrieben werden, als daß das hin und her bewegte Licht der Planeten nicht starck genug sey, eine Empfindung

in dem Auge zu verursachen, und folglich schwächer ist als die Strahlen der Fixsterne. Wenn man die Fixsterne durch Ferngläser betrachtet: so werden durch die Refraction in dem Glase die falschen Strahlen, abgesondert, und sie erscheinen alsdenn nicht anders als helle Puncte, wenn auch das Fernglas ein Objec noch so sehr vergrössert. Es sind demnach die Fixsterne so weit entfernt, daß man sie nimmermehr, auch nicht einmahl mit den besten Ferngläsern, wahrnehmen würde, wenn sie nicht so ein starckes durchdringendes Licht hätten, das ist wenn sie nicht selbst leuchtende Cörper waren. Man thut also der Sache nicht zu viel, wenn man setzet, daß die Fixsterne wo nicht grösser, dennoch eben so groß sind, als unsere Sonne. Unsere Sonne ist der Mittelpunct einer Weltordnung, um welchen 16 Planeten herumlauffen, die allem Ansehen nach mit Einwohnern besetzt sind, und von ihr Licht und Wärme bekommen. Solten die Fixsterne nicht einen gleichen Nutzen haben? sollen sie nicht eben so wohl Sonnen seyn, um welche eine Anzahl Planeten herumlauffen? und sollen nicht endlich alle diese Planeten mit Einwohnern und tausend wunderbaren Geschöpfen besetzt seyn? Ich weiß in Warheit nicht warum man es leugnen wolte. Setzen wir aber dieses: so wird das Weltgebäude dergestalt erweitert, daß man nicht vermögend ist, sich dergleichen

Grösse

Grösse nur im gerinsten vorzustellen. Es sind so viel Weltordnungen, als Fixsterne sind, und die Anzahl der Fixsterne ist unendlich groß. Denn ausser denen, die man mit blossen Augen wahrnimmt, erblickt man noch eine viel grössere Menge durch die Ferngläser, und immer desto mehr, je grösser die Ferngläser sind. Ja es ist gar kein Zweifel, daß wenn man da seyn sollte, wo man die letzten Fixsterne zu seyn sich einbildet, man dennoch aufs neue eine eben so grosse Menge erblicken würde. Daher drückt der gelehrte Herr Gottsched die Sache sehr wohl aus, wenn er schreibt:

Hier starret Sinn und Witz, der Geist verliert sich ganz
In aller Welten Heer, Pracht, Ordnung, Lauf und Glantz.
O! was ist hier der Mensch? Er wäre nichts zu nennen,
Könnt er am Wercke nicht des Meisters Grösse kennen.

§. 648. Die Fixsterne haben eine eigene, wiewohl sehr langsame, Bewegung mit der Ecliptick parallel, von Abend gegen Morgen, indem sie innerhalb 72 Jahren nur einen Grad weiter fortrücken. Sie ist aber sonder Zweifel ihnen nicht einmahl eigen, sondern vielmehr der Erde zuzuschreiben. Vormahls stund man in den Gedancken daß die Fixsterne innerhalb 100 Jahren einen Grad fortrückten; und diesem zu Folge würden sie 360 Gra-

Bewegung der Fixsterne.

Grade, das ist den gantzen Circul am Himmel, zu vollenden 36000 Jahre Zeit brauchen. Die Sterndeuter welche es schon als ausgemacht zum voraus setzten daß alle Begebenheiten auf der Erde den Sternen zuzuschreiben wären haben die seltsamsten Folgen von der Welt daraus gezogen. Sie glauben gewiß daß sie nach 36000 Jahren wieder in die Welt kommen werden; und man müste wahrhaftig sehr neidisch seyn wenn man ihnen diese Freude mißgönnen wolte. Es ist wahr die Sterndeuterey ist eine Thorheit; aber eine Thorheit welche sehr alt ist und die durch die menschlichen Schwachheiten unterstützt wird. Indessen ist es niemanden verwehrt dabey auszuruffen: O Eitelkeit der Eitelkeiten!

Von den neuen Sternen.

§ 649. Wenn die Fixsterne nichts anders als Sonnen sind: so scheint es desto seltsamer zu seyn, wenn man findet, daß die Sternverständigen angemerckt, wie bisweilen etliche von neuen entstanden, und alsdenn wieder verschwunden sind. Man ist darin nicht einig, was man aus diesen Sternen machen soll. Einige halten sie für Planeten, welche um die nächsten Fixsterne herumlaufen, und sich uns bisweilen in ihrer Bewegung nähern. Allein, ihr starckes Licht, welches eben so beschaffen ist wie das Licht der Fixsterne, erlaubt nicht, dieser Meynung Beyfall zu geben. So werden es vielleicht Fixsterne seyn, die eine eigene Bewegung haben, und welche

welche sich so weit von unserer Weltordnung entfernt haben, daß man sie nicht mehr zu Gesichte bekommen können. Man sieht aber nicht, was sie nöthigen solte, so weit von uns hinwegzugehen. Daher halten einige die neuen Sterne vor Sonnen, welche auf der einen Seite dunckel, auf der andern aber helle sind. Sie lassen sie sich um ihre Axe herumdrehen, und suchen dadurch begreiflich zu machen, warum dergleichen Sterne eine Zeit mit Erscheinen und Verschwinden zubringen müssen. Warum wollen wir aber nicht sagen daß die Fixsterne entstehen und aufhören können? Gewiß alles in der Welt ist der Veränderung unterworffen und bey allen diesen unzähligen Veränderungen weiß die Natur dennoch die Arten der Dinge sehr geschickt zu erhalten. Nicht nur Menschen, Thiere und Pflantzen gehen zu Grunde; nein! selbst die härtesten Steine und Metalle weiß die Zeit zu verzehren. Sie bringt aber auch dieses alles so wieder hervor, daß man niemahls einen Mangel verspüret. Könnten also nicht auch Sonnen verlöschen und in Planeten verwandelt werden? könnten sich nicht etwan auch Planeten entzünden und den Glantz einer Sonne annehmen? In Wahrheit dieses ist den Maximen der Natur gemäß. Denn die Welt ist eine Maschine deren Räder sich zwar beständig abnutzen die sich aber auch beständig selbst

wieder verbessern wenn sie sich abgenutzt haben.

Von der Ebbe und Fluth.

§. 650. Man bemerckt an dem Meere, daß es alle Tage 2 mahl aufschwillet, und 2 mahl wieder fällt. Das Aufschwellen des Wassers wird die Fluth, das Fallen aber die Ebbe genennt. Ebbe und Fluth hat man als Würckungen anzusehen, welche von der anziehenden Kraft des Monds und der Sonne ihren Ursprung haben. Daher haben sie sich nicht eher abhandeln lassen, bis die Schwere der Weltcörper gegen einander erwiesen war. Man siehet zu, daß die Erde den Mond an sich ziehet (§. 640.). Soll nun die Würckung der Gegenwürckung jederzeit gleich seyn (§. 36.): so wird man sich genöthigt sehen einzuräumen, daß auch der Mond die Erde an sich ziehe. Das Wasser kan, als ein flüßiger Cörper, dieser Bewegung nicht widerstehen, es steigt also gegen den Mond in die Höhe, und solchergestalt entsteht an dem einen Orthe Fluth, am andern aber Ebbe. Damit nun dieses desto genauer könne bestimmet werden: so sey L der Mond, ACBD die Erde, und TL die Entfernung des Monds von derselben. Alle Theile der Erde ACBD haben eine Schwere gegen den Mond L. Weil aber die Schwere dergestalt wächst, wie das Quadrat der Entfernung vermindert wird (§. 636): so muß das Wasser im Puncte C eine grössere Schwere ge-

Tab. X. Fig. 110.

gegen den Mond L besitzen, als das Wasser in A und B, indem der Punct C dem Monde näher ist als A und B. Die Schwere gegen den Mond L, ist in C der Schwere gegen den Mittelpunct der Erde T entgegengesetzt. Da nun diejenigen Kräfte, welche einander entgegengesetzt sind, einander verhindern (§ 27.): so muß durch die Schwere des Wassers C gegen den Mond L, seine Schwere gegen die Erde T geringer gemacht werden. Drückt nun das Wasser in A und B stärcker gegen den Mittelpunct der Erde T, als das Wasser in C: so ist das Gleichgewichte unter dem Wasser auf dem Erdboden gehoben. Es muß demnach eine Bewegung nach der Direction der stärckern Kraft erfolgen (§. 8.). Und nun wird man nicht zweifeln, daß das Wasser in A und B niedersincken und sich dem Mittelpuntt der Erde T nähern, das Wasser in C aber in die Höhe steigen und sich von dem Mittelpuncte der Erde T entfernen müsse. Wir haben demnach in A und B Ebbe, in C aber Fluth. Ich sage aber, es muß nicht nur in C, sondern auch in D eine Fluth entstehen. Denn in der halben Kugel ADB hilft die anziehende Kraft des Monds die Schwere des Wassers gegen die Erde vermehren, da sie hingegen in der halben Kugel ACB dieselbe verminderte. Es ist nemlich klar, daß der Mond, indem er das Wasser AD und DB an sich ziehet,

es nothwendig stärcker gegen den Erdboden drücken müsse. Da nun die anziehende Kraft des Monds desto grösser ist, je näher er sich bey der Erde befindet (§. 636.); und das Wasser in D am allerweitesten von dem Monde L entfernet ist: so drückt es nicht so starck gegen den Mittelpunct der Erde T, als das übrige Wasser zwischen AD und BD. Es wird also auch hier das Gleichgewichte gehoben: das Wasser in A und B sinckt nieder, und treibt dasjenige, welches sich in D befindet, in die Höhe. Es ist also immer an zweyen Orten auf der Erde Fluth und Ebbe, und diese beyden Oerter sind einander entgegengesetzt, dergestalt, daß die Gegenfüsser zu eben der Zeit Fluth haben, wenn wir dieselbe wahrnehmen.

Die Fluth richtet sich nach der Bewegung des Monds.

§. 651. Das Umdrehen der Erde und die eigene Bewegung des Monds (§. 615.) machen, daß er bey nahe nach 25 Stunden wieder über denselbigen Ort zu stehen kömmt. Da nun allemahl unter dem Monde in C und ihm gegen über in D Fluth ist (§. 650.): so ist leicht zu erachten, daß binnen 25 Stunden 2mahl Fluth und 2mahl Ebbe seyn müsse. Denn die Erde bekömmt durch die Würckung des Monds immer eine Ovalfigur, deren gröster Diameter durch den Mittelpunct des Monds gehet.

Und nach seiner

§. 652. Der Mond läuft elliptisch (§. 615.). Er kömmt demnach der Erde einmahl

mahl näher als das andere. Da nun seine anziehende Kraft desto stärcker ist, je näher er sich bey der Erde befindet (§. 630.): so muß die Fluth grösser seyn wenn der Mond der Erde nahe ist, als wenn er weiter von ihr abstehet (§. 650). Entfernung.

§. 653. Wenn der Mond im Aequator ist: so stehet er senckrecht über dem Theile der Erde, welcher sich am geschwindesten bewegt. Da nun allemahl unter dem Monde Fluth ist (§. 650.); und er gleichwohl auch alsdenn in 25 Stunden um die Erde herumkömmt: so muß sich das Wasser am geschwindesten bewegen, wenn der Mond im Aequator ist. Ist nun die Fluth desto grösser, je geschwinder sich das Wasser bewegt: so muß sie desto stärcker werden, je näher der Mond dem Aequator kömmt. Weitere Ausführung.

§. 654. Weil nicht nur der Mond, sondern auch die Sonne eine anziehende Kraft in Ansehung der Erde hat (§. 600.): so wird auch diese das Wasser an sich ziehen und eine Fluth verursachen müssen, obgleich ihre Würckung wegen der grossen Entfernung (§. 579.), mit welcher die anziehende Kraft abnimmt (§. 636.), keinesweges so groß seyn kan, als die Würckung des Monds, welcher der Erde so nahe ist (§. 616). Macht demnach die Sonne an den Orten Fluth, über welchen sie stehet: so muß sie die Würckung des Monds vermehren helfen, wenn beyde über dem Puncte Was die Sonne zu der Fluth beyträgt.

C stehen. Da nun im Neumonden Sonne und Mond über dem Puncte C stehen (§. 612.): so muß im Neumonden die Fluth zunehmen. Eben dieses muß auch im Vollmonde erfolgen. Denn alsdenn stehet die Sonne über D, wenn der Mond über dem Puncte C anzutreffen ist (§. 612.). Es macht also die Sonne in D und C Fluth und der Mond bringt die Fluth in eben denselben Orten D und C hervor (§. 650.). Da nun solchergestalt im Neu- und Vollmond die Würckung der Sonne und des Monds mit einander übereinkommen: so ist es nicht anders möglich, als daß sie die Fluth verstärcken. In den Vierteln hingegen ist die Sonne über A, wenn der Mond über C stehet (§ 612.). Es macht also die Sonne in A Fluth, wo der Mond Ebbe macht, in C hingegen macht die Sonne Ebbe, da der Mond die Fluth verursachet (§. 650.). Nun behält zwar die Würckung des Monds, weil sie stärcker ist, die Oberhand, sie wird aber doch durch die Würckung der Sonne geschwächet. Solchergestalt ist die Fluth am kleinsten um die Zeit, da wir das erste und letzte Viertel haben. Nach diesem Begriffe möchte es scheinen, als müste die gröste Fluth an eben dem Tage seyn, an welchem der Neu- oder Vollmond einträte. Allein, wenn man bedenckt, daß das Wasser seine Bewegung nicht nur behält, die es zur Zeit des Neumonds und

Voll-

Vollmonds überkommen hat, sondern daß dieselbe durch die Würckung des Monds in den folgenden beyden Tagen, da sie noch starck genug ist, noch immer vermehrt wird: so wird man sich nicht wundern, daß die höchste Fluth meistentheils 3 Tage nach dem Neumond oder Vollmonde erst zu erfolgen pfleget. Es können über diese noch zufällige Ursachen hinzukommen, welche machen, daß die Fluth einmal zeitiger kömmt und heftiger ist, als das andere. Man wird nicht zweifeln, daß der Wind darzu vieles beytragen könne, nachdem er mit der Fluth entweder nach einer Gegend bläst, oder nicht.

Besondere Umstände der Ebbe und Fluth.

§. 655. Auf die hier beschriebene Art muß sich Ebbe und Fluth in dem grossen Weltmeere, das grösstentheils zwischen den beyden Wendecirculn, darinnen sich Sonne und Mond bewegen, befindlich ist, äussern. Je weiter man aber gegen die Pole fortgehet, desto schiefer geschichet die Würckung des Monds, sie ist demnach daselbst schwächer (§. 54.), und endlich unmercklich. Das mittelländische Meer ist zwar nicht sehr weit von den Wendecirculn entfernet, es stehet aber dennoch der Mond niemahls senckrecht darüber. Dem aber ohnerachtet würde doch darinnen die Ebbe und Fluth mercklich genug werden, wenn nur die Meerenge bey Gibraltar nicht vorhanden wäre. Denn es ist nicht möglich, daß durch diesen engen Gang hin-

binnen 6 Stunden, so lange die Fluth dauert (§. 651.), so viel Wasser hineindringen könnte, welches in dem gantzen Meere die Fluth mercklich machen solte. Eben dieses ist die Ursache, warum im Ponto Euxino und in dem Caspischen Meere keine Ebbe und Fluth ist. Solchergestalt kan die Lage eines Landes verursachen, daß man einige besondere Umstände bey der Ebbe und Fluth wahrnimmt.

Des Cartes Meynung von der Ebbe und Fluth.

§. 656. Die Erfindung dieser Theorie von der Ebbe und Fluth haben wir unsern Keppler, die weitere Ausführung derselben aber dem grossen Newton zu dancken. Ihr gebühret billig vor allen andern der Vorzug, indem alles, was man bisher von der Ebbe und Fluth durch die Erfahrung ausgemacht hat, damit übereinstimmt. Die Meynung des Cartesius hingegen verliert alle Wahrscheinlichkeit. Denn da er sahe, daß Ebbe und Fluth mit dem Lauffe des Monds so genau übereinkamen: so bildete er sich ein, daß der Mond auf die Himmelsluft, die Himmelsluft auf die Atmosphäre der Erde, und diese endlich auf das Wasser drücke dadurch unter dem Monde Ebbe entstünde: und damit er erklären konnte, warum die Ebbe und Fluth immer an zwey Orten der Erde zugleich entstünde: so setzte er, daß der Druck, welcher auf das Wasser geschähe, noch weiter fortgesetzt würde, dergestalt, daß sich der

Mit-

Mittelpunct der Erde, ein wenig verrückte, und also auch das Wasser auf der entgegengesetzten Seite gegen die Luft gedrückt würde, dadurch es denn ebenfals niedriger würde. Wäre nun an diesen beyden Orten Ebbe: so würde nothwendig an den andern beyden, welche 90 Grad davon entfernet sind, Fluth entstehen müssen. Scheint nicht diese Erklärung mehr zum Schertz als Ernste erdacht zu seyn? Denn wer kan es begreiffen, wie der Mond auf die Luft drücken solte, ohne daß diese zu den Seiten ausweiche. Gesetzt aber auch, daß man dieses nicht vor unmöglich ausgeben wolte: so würde man doch die Cartesianische Meynung nicht beybehalten können. Denn alle, welche die Ebbe und Fluth observirt haben, haben gefunden, daß unter dem Monde allezeit Fluth entsteht; nach des Cartes Meinung aber müste unter dem Monde Ebbe seyn.

Von der Fluth in den Flüssen.

§. 657. In solchen Flüssen, welche in ein Meer hineinfliessen, darinnen man Ebbe und Fluth wahrnimmt, zeiget sich bis auf eine gewisse Weite von dem Ausgange des Flusses ebenfals ein Steigen und Fallen des Wassers. Denn wenn in dem Meere Fluth ist: so steht das Wasser daselbst höher, als in dem Flusse. Es muß demnach in den Fluß hineintreten, bis an denjenigen Ort, welcher zum eben so viel höher liegt, als das Wasser zur Zeit der Fluth angewachsen ist. Und so ist

fer-

ferner klar, daß das Wasser im Flusse fallen müsse, wenn in der See Ebbe entsteht. Der Nutzen der Ebbe und Fluth ist nicht geringe. Sie bewahret daß Meerwasser für der Fäulniß, sie bringet die Fische an die Ufer, sie befördert die Bewegung der Schiffe und wer weiß was sie noch mehr für Vortheile schaft. Denn wer die Absichten der natürlichen Dinge untersuchen wolte, der würde nach allen angewendeten Bemühungen gestehen müssen daß er nur die allerwenigsten entdeckt hätte. Das macht GOtt will sich in seinen Wercken zwar bewundern aber nicht begreiffen lassen.

Das 14. Capitel,
Von den Pflantzen und Thieren.

§. 658.

Einleitung.

Der gantze Erdboden würde unsern Gedancken nach nur umsonst vorhanden seyn, wenn er nicht mit Pflantzen und Thieren besetzt wäre. Dieses sind die edelsten Sachen, die sich darauf befinden. Sie haben ein Leben, welches in solchen Bewegungen bestehet, die zu ihrer Erhaltung abzielen. Sie müssen demnach in der Art der Zusammensetzung von allen übrigen Cörpern unterschieden seyn. Denn die Structur ist es, welche die bewegende Kräfte geschickt macht,

macht, diese und keine andere Würckungen hervorzubringen. Ein Metall, ein mineralischer Cörper, wird durch einen Zufall, durch eine ohngefehre Vermischung von verschiedenen Theilen, hervorgebracht. Aber zu einer Pflantze und zu einem Thiere wird ein viel künstlicherer Bau und eine viel ordentlichere Zusammenfügung aller Theile erfodert. Erde, Wasser, Luft, und Feuer sind die Mittel, dadurch der Wachsthum der Pflantzen erhalten wird. Nun hat man gar keinen Grund, zu vermuthen, daß sie Empfindungen und Vorstellungen haben. Die Meynung der Schulweisen, von der Seele der Pflantzen, war eine blosse Erdichtung, ein Gedancke, den sie nirgends erwiesen haben, und das sicherste Mittel, seine Unwissenheit niemahls bekennen zu dürfen. Spricht man aber den Pflantzen das Vermögen ab, Vorstellungen zu haben: so schaffen sie keinen andern Nutzen, als daß sie Menschen und Viehe zur Erhaltung, zum Vergnügen und Bequemlichkeit dienen. Die Vernunft setzt die Menschen in den Stand, sich aller dieser Dinge mit grösserem Vortheile zu bedienen. Scheint es nicht also, daß die meisten Sachen auf dem Erdboden bloß um des Menschen willen von der Natur hervorgebracht sind? Er ist ohnstreitig der vollkommenste Einwohner der Erde; und daher ist ihm dergleichen Vorzug gar nicht zu mißgönnen. Er hat vieles mit

den

den Pflantzen gemein, er ist aber auch in vielen Stücken von ihnen verschieden. Darinnen hat er sonderlich etwas voraus, daß er Empfindungen hat und sich von einem Orte gegen den andern bewegen kan. Wir werden nicht übel thun, wenn wir von dem leichtern zu den schwerern fortgehen, und die Beschaffenheit der Pflantzen erwegen, ehe wir zu der Betrachtung des Menschen fortschreiten.

Von den Theilen der Pflantzen.

§. 659. In allen Pflantzen entdeckt man durch die Vergrösserungsgläser Häute, Röhren und Blasgen. In den Häuten trift man viele kleine Löcher an, durch welche das Wasser hindurchdringen kan. Die Röhren sind von zweyerley Art, Saftröhren und Luftröhren. An jenen ist gar kein Zweifel, denn man kan es mit dem Vergrösserungsglase sehen, daß sie mit Safte erfüllet sind; und wie wolte eine Pflantze wachsen können, wenn nicht der Saft durch gewisse Röhren in dem Stamme in die Höhe stiege? Daß es aber auch Luftröhren gebe, erkennet man, wenn man einen kleinen Ast von einem Baum ins Wasser setzt und die Luft umher auspumpet. Denn man nimmt wahr, daß so dann unzählige Luftblasen aus dem Holtze herausgehen; und da dieses nur an gewissen Orten geschiehet: so müssen daselbst lange Gänge im Holtze seyn, die mit Luft erfüllet sind. Was wollen dieses aber anders als Luftröhren seyn kön-

können? Mit dem Maulbeerholtze und dem Weinstocke läßt sich die Probe am besten anstellen.

§. 660. Das dritte Stück, welches sich in den Pflantzen befindet, sind die kleinen hohlen Blasgen, welche jederzeit mit einem gewissen Safte erfüllet sind. Wenn man ein dünnes Scheibgen von der Citronenschale abschneidet, und es durch ein Vergrösserungsglas betrachtet: so erblickt man lauter kleine Höhlen, darinnen sich der Saft befindet, welchen man oleum de cedro nennt, und dem der schöne Geruch der Citronenschale zuzuschreiben ist. Sondert man die blasigte Materie, welche sich in einem Blatte befindet, von den Röhrgen, daraus das Blut bestehet, ab: so bleiben diese allein zurück, und man bekömmt ein Sceleton von einem Blate, an welchen man auch mit blossen Augen wahrnehmen kan, wie subtil zuletzt die kleinen Saftröhren werden, ohnerachtet sie doch immer noch aus andern zusammengesetzt sind. Wenn man dergleichen Sceleton betrachtet: so sollte man meynen, daß es nicht anders als mit der grösten Mühe verfertigt werden könte, da doch nichts leichter ist, wenn man erst den Kunstgrif weiß, darauf es ankömmt. Man legt das Blat ins Wasser, und läßt es darinnen so lange liegen, bis es anfangen will zu verfaulen. Denn weil die kleinen Blasgen zarter sind, als die Röhren, dar-

Von der blasichten Materie und dem Sceleton des Blatts.

aus das Blat beſteht: ſo verfaulen ſie auch eher als dieſe. Wenn man nun ſodann das Blat auf die Hand legt, und mit der andern Hand darüber wegſtreichet: ſo ziehet ſich die äuſſere Haut davon ab, und gehet zugleich mit der bläſigten Materie, die ſich durch die Fäulnis in einen Schleim verwandelt hat, hinweg. Es bleibt alſo auſſer den Röhren nichts an dem Blatte übrig.

Die Erde dient nicht zum Wachsthum der Pflantzen.

§. 661. Daß die Pflantzen nicht von der Erde, ſondern vielmehr von dem Waſſer ihre Nahrung erhalten, hat Helmont zuerſt durch einen Verſuch ausgemacht, und Boyle hat daſſelbe beſtätigt. Er nahm 200 Pfund Erde, die er im Ofen getrocknet hatte. In dieſe pflantzte er eine Weide, die 5 Pfund wog, und begoß ſie mit Regenwaſſer, das Gefäß aber vermachte er, daß keine Erde weder davon noch darzu kommen konnte. Nach 5 Jahren nahm er den Baum heraus, welcher ohne die Blätter, ſo jederzeit im Herbſte abfallen, 169 Pfund wog. Als er die Erde wieder im Backofen austrucknen ließ: ſo befand er, daß dieſe 200 Pfund kaum 2 Untzen von ihrem Gewichte verloren hatten. Es kan alſo unmöglich der Wachsthum der Pflantze von der Erde herkommen, ſondern er muß vielmehr dem Waſſer, dadurch ſie befeuchtet wird, zuzuſchreiben ſeyn. Daher wachſen die Pflantzen, wenn man ſie blos mit der Wurtzel in das Waſſer ſetzet.

§. 662.

§. 662. Wenn man das Wasser verfaulen läßt: so zeigt sich eine grünlichte Materie darinnen. Herr Woodward hat erwiesen, daß dieses eben derjenige Theil des Wassers sey, welcher der Pflantze zur Nahrung dienet. Er nahm Gläser von einerley Figur und Grösse, und erfüllete sie mit Wasser. In einige setzte er Pflantzen und vermachte sie mit Pergament so gut als er konnte, damit das Wasser nicht verrauchen möchte. Die andern Gläser, da er keine Pflantzen hineingesetzt hatte, vermachte er ebenfals, und ließ keine grössere Eröffnung darinnen als in den übrigen war. So fand er, daß das Wasser in den Gläsern, darinnen keine Pflantze stunde, viel trüber ward, als dasjenige, worein er Pflantzen gesetzt hatte. Er nahm ferner wahr, daß die Pflantze an ihrem Gewichte bey weiten nicht so zugenommen hatte, als es hätte geschehen müssen, wenn alles Wasser, das im Glase gewesen war, zu ihrer Nahrung wäre angewendet worden. Denn nach sieben und siebzig Tagen fand er, daß daß Wasser um etliche tausend Gran an der Schwere abgenommen hatte, ohngeachtet die Pflantze, welche darinnen gestanden hatte im Brunnenwasser nur um funfzehn, im Regenwasser um siebzehn und einen halben, im Flußwasser aber um sechs und zwanzig Gran schwerer geworden war. Da nun aber gleichwohl das Wasser aus dem Glase nicht anders als durch die Pflantze herauskommen

Welches die eigentliche Nahrung der Pflantzen sey.

konnte, so schloß er, daß der gröste Theil des Wassers, welcher in eine Pflantze hineinstiege, durch dieselbe wieder ausdufftete.

Wie es mit dem Wachsthum der Pflantzen zugehe.

§. 663. Nun müssen wir etwas genauer erwegen, was es mit der Bewegung des Saffts in der Pflantze für eine Beschaffenheit habe. Die Erde, darinnen die Pflantze steht, ist nicht anders als ein Sieb anzusehen. Sie hat sehr viele Zwischenräumgen, welche als lauter Haarröhrgen zu betrachten sind, in die das Wasser von selbst hineindringt (§. 221.). Kömmt es nun zu der Wurtzel: so trift es daselbst viele Luftlöcher an (§. 659.); es dringt in dieselbige hinein, und steigt in den Haarröhrgen, daraus die Pflantze zusammengesetzt ist, von selbst in die Höhe (§. 214.). Das Wasser wird niemahls in ein gläsern Haarröhrgen hineindringen, wenn es oben zugeschmeltzt ist. Es ist auch gar kein Wunder. Denn wenn es hineinsteigen sollte: so müßte es die in dem Haarröhrgen befindliche Luft zusammendrücken. Wäre sie nur ein wenig zusammengedrückt worden: so würde sich ihre Elasticität mit ihrer Dichtigkeit vermehrt haben (§. 309.). Sie würde demnach dem fernern Hinaufsteigen des Wassers widerstehen. Und solchergestalt ist es nicht möglich, daß das Wasser in ein Haarröhrgen hinaufsteigt, wenn es oben verschlossen ist. Soll also der Saft in den Pflantzen in die Höhe steigen: so müssen sie nothwendig an ihrer

Ober-

Oberfläche Eröffnungen haben, welche man Schweißlöcher nennt, und die sich durch die Vergrösserungsgläser gantz deutlich zeigen lassen. Das Wasser verraucht, wenn es sich in einem Gefässe, welches oben offen ist und an der freyen Luft steht, befindet (§. 366.). Derowegen müssen auch die wässerichten Theile einer Pflantze durch ihre Schweißlöcher beständig ausdufften. Die irdischen, öhlichten und saltzigten Theilgen hingegen bleiben, weil sie zäher und zugleich schwerer sind, zurück. Sie berühren einander unmittelbar, sie hängen zusammen (§. 186.), sie dehnen die Pflantze aus, und machen, daß sie nach der Länge, Breite und Dicke zunimmt, und helffen ihre Schwere vermehren. Dieser eintzige Zweifel könnte hiebey entstehen, ob auch das Wasser in einem Haarröhrgen von selbst so hoch hinaufsteigen könne, als wie wir sehen, daß es in den Pflantzen geschiehet. Allein, die Höhen der flüßigen Materie verhalten sich umgekehrt, wie die Diametri der Haarröhrgen (§. 218.). Ist nun der Diameter des Haarröhrgens unendlich klein: so wird die Höhe, auf welche die flüßige Materie hinaufsteigt, unendlich groß seyn müssen. Daß aber in der That die Saftröhren in den Pflantzen gantz ungemein enge sind, erhellet daraus, daß man sie eintzeln durch die besten Vergrösserungsgläser kaum wahrnehmen kan. Denn was man gemeiniglich damit siehet,

und was man auch mit bloſſen Augen obſerviret, iſt nichts anders als eine gantze Menge ſolcher Röhrgen, welche ſich beyſammen befinden, und einen eintzigen Canal auszumachen ſcheinen.

Wie die Pflantzen verwelcken und erfrieren.

§. 664. Wie ſtarck eine Pflantze ausdüfftet und wie geſchwind ſich der Saft darinnen bewegt, hat Hales durch die Erfahrung auszumachen geſucht. Er hat gefunden, daß eine Sonnenblume, welche 3 Pfund wiegt, innerhalb 12 Tagesſtunden im Julius 30 Untzen von ihrem Gewichte verliert. In einer warmen Nacht verliert ſie 3 Untzen, in einer kalten aber nichts merckliches. Es erhellet alſo hieraus, daß eine Pflantze an einem warmen Tage ſehr viel von ihrer Materie ausdunſtet. Käme nun kein Saft von neuem durch die Wurtzel hinein: ſo würden die Saftröhrgen leer werden, ſie würden zuſammen fallen und ſchlapp werden, die Pflantze würde verdorren, welches aus der täglichen Erfahrung bekannt genug iſt. Gleichwie aber eine allzugroſſe Hitze denen Pflantzen ſchädlich iſt, ſo vermögen ſie auch eine allzuheftige Kälte nicht zu ertragen. Der Saft gefrieret und wird zu Eis, die Röhrgen, daraus die Pflantze beſteht, zerplatzen (§. 475.). Die Structur der Pflantze wird aufgehoben (§. 659.), ſie wird ihres Weſens und mit demſelben der zu ihrer Erhaltung nöthigen Bewegungen, welche in dem Weſen gegründet

ſind,

sind, beraubt. Und dieses ist die Ursache, warum heftige Kälte den Tod der Pflantzen befördert (§. 658.).

§. 665. Hales suchte durch Rechnung die Oberfläche der Blätter derjenigen Sonnenblume, welche an einem heissen Tage 30 Unzen durch die Ausdünstung verloren hatte, und fand dieselbe 5616 Quadratzoll; die Oberfläche der Wurtzeln war 2286 Quadratzoll. Bewegte sich nun der Saft durch die Wurtzeln nicht geschwinder, als er durch die Blätter ausdufftet: so würde mehr als noch einmahl so viel durch die Ausdämpfung der Pflantze fortgehen, als durch die Wurtzel wieder ersetzet würde. Denn in diesem Falle würde sich die Menge der Theile, welche ausdufften, zu der Anzahl der Theile, welche durch die Wurtzel in die Pflantze hineindringen, verhalten wie die Oberfläche aller Blätter zusammengenommen, zu der Oberfläche der Wurtzel, das ist, bey nahe wie 5 zu 2. Gienge nun mehr durch die Ausdämpfung verloren, als durch die Wurtzel von neuem ersetzt würde: so würde nothwendig die Pflantze verwelcken müssen (§. 664.). Derowegen wenn dieses nicht geschehen soll: so muß sich die Geschwindigkeit der Dämpfe, welche aus der Pflantze herausgehen, zur Geschwindigkeit des Wasser, welches in die Wurtzel hineindringt, verhalten wie 2 zu 5. Der Durchschnitt des Stammes in dieser Sonnenblume

Von der Geschwindigkeit der Bewegung in einer Pflantze.

betrug einen Quadratzoll. Da er sich nun solchergestalt zu der gantzen Oberfläche aller Blätter verhielt wie 1 zu 5616: so muß sich der Saft 5616 mahl geschwinder durch den Stamm bewegt haben, als er aus den Blättern ausgedufftet ist. Aus der Geschwindigkeit dieser Bewegung läßt sich aufs neue ein Schluß machen, wie enge die Saftröhrgen in einer Pflantze seyn müssen. Denn Vernunft und Erfahrung bekräftigen, daß ein Haarröhrgen desto enger sey, je geschwinder die flüßige Materie darinnen hinaufsteiget.

Nutzen der Bläsgen in den Pflantzen.

§. 666. Wenn nichts weiter in den Pflantzen wäre als Haarröhrgen: so würden sie nicht so sehr von einander unterschieden seyn, als wir es in der Erfahrung finden. Allein, die kleinen Bläsgen, welche man darinnen antrift, sind sonder Zweifel dasjenige Werckzeug, darinnen nicht nur der Saft aufbehalten, sondern auch von den Sonnenstrahlen auf eine besondere Art zubereitet wird. Denn daß diese Veränderung erst in der Pflantze geschehe, erhellet daraus, daß Bäume in einerley Erdreich gantz verschiedene Früchte tragen, und das Pfropfen, da man ein Reiß von einem andern, z. E. von einem Apricosenbaume in einen Pflaumenbaum hineinsetzt, zeigt dieses gantz deutlich. Denn dergleichen Baum trägt sodann Früchte von zweyerley Art als Pflaumen und Apricosen zugleich.

§. 667.

Digitized by Google

§. 667. Daß Wurtzeln, Zweig und Blätter einerley Structur haben, hat man durch Experimente ausgemacht, indem man nicht nur aus Blättern und Zweigen Bäume auferzogen; sondern auch Bäume verkehrt gepflantzet, dergestalt, daß die Zweige unter die Erde, die Wurtzel aber in die freye Luft gekommen. Denn man hat befunden, daß die Zweige zu Wurtzeln, und die Wurtzeln zu Zweigen geworden sind. Wurtzeln Zweige und Blätter haben einerley Structur

§. 668. Dieses ist nicht die eintzige Art Pflantzen zu vermehren. Es gehet auch mit ihrem Saamen an, und dieses ist das Mittel, dessen sich die Natur ihr selbst gelassen bedienet. Es kan aber nicht anders geschehen, als wenn ein Saamenkörnchen in eine fruchtbare Erde tief genug hineinfället. Da sich nun dieses unter tausenden kaum einmahl zuträgt: so sieht man die Ursache, warum die Pflantzen eine solche grosse Menge von Saamkörnchen haben. Die Natur erhält durch die Vielheit, was sich sonst nicht leicht würde zugetragen haben. Indessen bedient sie sich dabey aller möglichen Hülfsmittel. So ist z. E. der Saame der Kuhblume mit einer zarten Feder, die oben breit und wie ein Stern gestaltet ist, versehen. Dieses hat einen doppelten Nutzen. Einmahl dient es dazu, daß der Wind den Saamen weit fortführen und allenthalben hin zerstreuen kan. Dabey ist aber noch dieser Vortheil, daß der Saame Von dem Saamen.

immer mit der Spitze zuerst auf die Erde fällt, und daher viel eher in eine kleine Eröfnung hineinsincken und Wurtzel fassen kan.

Eine Pflantze hat unzählige andere in sich.

§. 669. Die gantze Pflantze muß nothwendig schon im kleinen in dem Saamen vorhanden seyn; und man findet auch in der That, daß er ebenfals aus Häuten, Röhren und Bläsgen bestehet. Ja ich habe manchmal in einer Mandelkerne bereits eine ordentliche Pflantze mit Blättern und Wurtzel angetroffen (§. 659.). Hat aber der Saame die Pflantze und die Pflantze wieder ihren Saamen schon in sich, wird nicht ein eintziges Saamenkörngen unzählige andere in sich fassen müssen? Sonder Zweifel. In der ersten Pflantze sind alle andere, welche auf undenckliche Zeiten haben werden sollen, bereits vorhanden gewesen. Unsere Einbildungskraft vermag sich dieses nicht vorzustellen; allein, das ist kein Grund eine Sache zu leugnen. Man wird auch nicht sagen dürfen, daß ein Saamenkörngen vor 6000 Jahren schwerer als jetzo müste gewesen seyn: denn dieses sind, wenn man so sagen kan, unendlich kleine differentio-differential Grössen, die eine endliche Grösse weder zu vermehren noch zu vermindern vermögend sind.

Von den Circuln im Holtze.

§. 670. Daß eine Pflantze durch den Saft nach allen Gegenden ausgedehnet werde, zeigen

gen die Circul, welche man in den Bäumen antrift, wenn der Stamm durchschnitten wird, und aus deren Anzahl man das Alter eines Baumes beurtheilen kan. Indessen sind es doch lauter eccentrische Circul, deren Mittelpunct gegen Norden vertückt ist. Denn weil sie von der südlichen Seite am meisten, von der nordlichen aber gar nicht von der Sonne beschienen werden: so dehnen sich die Fäsergeu gegen Süden am stärcksten aus (§. 253.). Daher kan man durch dieses Mittel in einem Walde die Weltgegenden wissen; welches man auch aus dem Moosse finden kan, das sich am häufigsten an der mitternächtlichen Seite der Bäume befindet.

Von dem Menschen.

§. 671. Unter denen natürlichen Maschinen welche Empfindungen und Bewegungen haben befindet sich der Mensch, welcher über alle übrige erhaben ist. Ich hoffe es werde meinen Lesern nicht unangenehm seyn hier einen kurtzen Abriß von sich selber zu finden. Die Menschen werden durch essen und trincken ernährt. Die Zähne zermalmen die Speisen vermittelst der Bewegung des untern Kinnbackens. Der Speichel, welcher aus den Speicheldrüsen häufig zugeführt wird, vermischt sich mit den Speisen. Er löset die darin befindlichen Saltze auf und verursacht also den Geschmack, da er selbst unschmackhaft ist. Die grossen Nervenäste, welche in die Speicheldrüsen hineingehen geben

ben eine starcke Vermuthung daß sich der Nervensaft mit den Speichel vermenge, und durch die Wirckungen des Bisses eines tollen Hundes oder andern Thieres wenn es zornig ist wird dieses noch mehr bestätigt. Wenn man die Speisen hinterschlucket, so kommen sie in den Schlund. Nun liegt der Schlund hinter der Luftröhre, und man würde nicht ohne Grund befürchten müssen daß sie in die Luftröhre und Lunge hereinfallen würden, wenn die Natur nicht dieser Unbequemlichkeit abgeholfen hätte. Sie hat in dieser Absicht die Luftröhre mit einer knorpelichten Fallthüre versehen, welche sich niederlegt, die Luftröhre zuschließt, und die Speisen darüber hinweg gehen läßt, ohne daß etwas in die Lunge hineinfällt.

Von der Verdauung.

§. 672. Durch den Schlund werden die Speisen hinunter in den Magen geschraubt, darinnen sie nicht nur mit dem Trincken, sondern auch mit derjenigen Feuchtigkeit, welche durch die innere Haut des Magens, die wie ein Sammt gestaltet ist, ausdufftet, vermischt werden. Die Feuchtigkeit fängt an, die Theilgen der Speise noch weiter aufzulösen und von einander abzusondern, wozu die Wärme, die Dünste, und die in dem Masten eingeschlossene Luft nicht wenig beyträgt.

Man sucht dieses durch die papinianische Maschine begreiflich zu machen, in welcher die härtesten Knochen in kurtzer Zeit mürbe ge-

gemacht und in eine flüßige Materie verwandelt werden. Die gantze Maschine besteht aus einem starcken meßingen Cylinder, welcher oben mit einer meßingenen Platte zugeschraubt ist, dergestalt, daß gar keine Luft herauskommen kan. Wenn man in diesen Cylinder Knochen hineinthut, und ihn mit Wasser erfüllet, doch so, daß noch Luft über dem Wasser verbleibt, und ihn, nachdem man alles wohl verwahrt, auf das Feuer setzt: so wird man finden, daß das Wasser in kurtzer Zeit die Knochen zermalme. Man sieht leicht was die Ursache von dem allen seyn müsse. Das Wasser dringet vor sich, besonders wenn es erwärmet worden, in die Zwischenräumgen der Knochen hinein, und die Luft, deren Elasticität durch die Wärme und aufsteigende Dünste starck vermehrt worden, trägt durch ihren gewaltsamen Druck auf das Wasser nicht wenig darzu bey. Man muß es gestehen, alle diese Ursachen lassen sich bey der Verdauung der Speise wieder anbringen. Denn es findet sich in dem Magen Wärme, Feuchtigkeit, Dünste, und eine eingeschlossene Luft. Obgleich diese Ursachen nebst der Würckung, von denen in der papinianischen Maschine dem Grade nach, unterschieden sind. Allein über dieses alles besitzt der Magen etwas, das die papinianische Maschine nicht hat; dieses ist seine Bewegung, welche von seiner zusammenziehenden

Kraft

Kraft herrühret, und dieses halte ich für die vornehmste Ursache der Verdauung. Man kan dieselbe bey einem Thiere, wenn man es lebendig aufschneidet, mit blossen Augen, oder auch bey einer Laus durch das Vergrösserungsglas wahrnehmen. Durch diese Bewegung werden demnach die Theile, daraus die Speisen bestehen, völlig von einander getrennt, flüßig gemacht (§. 146.), und vermischt. Sie dient aber noch ferner darzu, daß sie dasjenige, was flüßig genug ist, aus dem Magen in die Gedärme bringt und durch sie hindurch bewegt: denn die wurmförmige Bewegung kömmt dem gantzen Canale der Gedärme zu.

Von der Galle.

§. 673. Im Zwölffingerdarme wird nicht nur der pancreatische Saft, welcher aus einer Drüse kömmt, die unter dem Magen liegt, sondern auch die Galle mit den Speisen vermischt. Es fließt die Galle aus dem Lebergange und Gallenblasengange zusammen und ergiest sich durch den gemeinen Gang in den Zwölffingerdarm. Sie ist aber von zweyerley Art. Zum Theil kömmt sie aus der Leber, welches die Maschine ist, darinnen die Galle durch zarte Röhrgen vom Blute abgeschieden wird; zum Theil aber kömmt sie aus der Gallenblase. Ohnerachtet nun die Galle, welche in der Gallenblase ist, ihren Ursprung ebenfals aus der Leber hat: so ist sie doch dicker wie jene, weil die Wassergefässe

viele

viele Feuchtigkeit wieder zurücke in das Blut führen und die öhlichten Theilchen durch das lange Verweilen in der Wärme eine grosse Bitterkeit bekommen. Die Natur hat hiebey abermahls eine Probe ihrer Geschicklichkeit abgelegt. Die Galle ist, wie sich hernach zeigen wird, nöthig zur Hervorbringung des Chylus, daraus das Blut werden soll. Solchergestalt wird viel Galle erfordert, wenn man viel, und wenig, wenn man wenig gegessen hat. Dieses konte dadurch erhalten werden, daß die Gallenblase zwischen den Magen und die Leber gesetzt wurde. Denn wenn man viel zu sich nimmt: so dehnt sich der Magen starck aus. Er drückt also die Gallenblase gegen die Leber, und treibt so viel Galle heraus, als nach der Proportion der Speisen vonnöthen ist.

§. 674. Die Galle ist eben so, wie die Seiffe, geschickt, fette und wässerige Theile mit einander zu vereinigen. Und durch diese Vereinigung wird aus den Speisen eine Milch, welche der Chylus genennt wird. Denn daß durch Vermischung fetter und wässeriger Theile eine Milch hervorgebracht werde, wissen die Chymisten: sie stossen Mandeln und Wasser zusammen in einem Mörser, wenn sie eine Mandelmilch machen wollen. Durch das Stossen geschieht aber nichts anders, als daß das Mandelöhl mit dem Wasser vermengt wird. Von dem Milchsafte.

§. 675.

Von den Milchgefässen.

§. 675. Die wurmförmige Bewegung treibt die gröbern irdischen Theilgen der Speisen immer weiter fort, die subtilen hingegen, welche den Chylus ausmachen, dringen in die Milchgefässe hinein, auf eben die Art, wie eine flüßige Materie in ein Haarröhrgen hineinsteiget (§. 214.). Denn der Diameter der Milchgefässe ist nicht nur ungemein klein, sondern sie haben auch ihre Eröffnung in den Gedärmen. Aus den Milchgefässen kömmt der Chylus in den Ductum thoracicum, durch welchen er ferner in das Blut geführet und mit demselben vermischt wird. Indem der Chylus mit dem Blute herumläuft, so werden seine schwefelichten und alcalischen Theilgen auf das genaueste mit einander vermenget. Durch diese Vermischung bekömmt er eine rothe Farbe und wird zu Blut. Denn daß Schwefel und ein alkalisches Saltz in der Vermischung eine rothe Farbe geben, zeigt unter andern das Hepar sulphuris welches aus Schwefel und Sale tartari zubereitet wird.

Von dem Umlauffe des Bluts

§. 676. Das Blut ist aus zweyerley Theilen zusammengesetzt. Denn wenn man es durch ein Vergrösserungsglas betrachtet, so scheint es ein Wasser zu seyn, darinnen viele rothe Kügelgen befindlich sind. Erwehlet man zu dieser Observation einen Fisch: so wird man in dem Schwantze die Bewegung des Bluts an dem rothen Kügelgen gantz deut-

deutlich wahrnehmen. Man wird finden, daß die Adern immer kleiner werden, und daß sie daselbst, wo ihr Diameter so klein ist, daß sie nur immer ein Blutkügelgen nach dem andern durlassen, zurücke gebogen werden, und an der Grösse wieder zunehmen. Gleichwie nun dieses den Umlauf des Bluts ausser Zweifel setzt, so fehlt es auch nicht an mehrern Gründen, ihn zu bestätigen. Man öffne einem Thiere eine Pulsader: so wird das Blut aus dem gantzen Cörper des Thieres herauslaufen, welches ein ohnfehlbares Kennzeichen ist, daß sich das Blut aus allen Adern in alle andere bewegt. Alle Adern haben ihren erstern Ursprung aus dem Hertzen, daher sie auch daselbst am weitesten sind. Derowegen führen einige das Blut von dem Hertzen hinweg, andere aber bringen es wieder zu dem Hertzen zurück; die erstern werden Pulsadern, die letztern aber Blutadern genennt. Wenn man daher eine Pulsader bindet: so muß sie gegen das Hertz zu aufschwellen, und am andern Ende zusammenfallen und schlapp werden; eine Blutader hingegen wird gegen die äussern Theile aufschwellen, und gegen das Hertze zu zusammenfallen, wenn sie gebunden wird.

§. 677. Der gantze Umlauf des Geblüts kömmt von dem Hertzen, welches das vollkommenste Druckwerck ist. Es bekömmt seine Blutgefässe aus der grossen Pulsader. Von dem Hertzen.

Wenn sich das Hertz zusammen zieht: so werden die Hertzenskammern enger gemacht, u. das Blut wird mit der grösten Gewalt aus ihnen herausgespritzt. Es geht aber aus der lincken Hertzenskammer in die grosse Pulsader durch den gantzen Leib, aus der rechten aber in die Lunge. Hierauf wird das Hertz wieder in seinen vorigen Zustand versetzt, es wird schlapp, es erweitert sich, und läßt das Blut durch die Lungenblutader in die lincke, und durch die Hohlader in die rechte Hertzenskammer wieder hineingehen. Daher hat das Hertze eine doppelte Bewegung, vermöge welcher es sich wechselsweise zusammenzieht und wieder erweitert.

Weitere Betrachtung des Umlaufs des Bluts.

§. 678. Ist das Blut einmahl in die Pulsadern durch die Kraft des Hertzens hineingetrieben: so muß es nothwendig durch die Blutadern wieder zurückkommen. Denn die Blutgefässe sind nicht anders anzusehen als Röhren, die mit einander Gemeinschaft haben, und von diesen ist erwiesen, daß die flüssige Materie in der einen immer so hoch stehen müsse wie in der andern (§. 153.). Weil sich aber gleichwohl das Blut würcklich bewegt: so besitzt es eine lebendige Kraft, welche dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional ist (§. 85.). Da sich nun die Geschwindigkeit des Bluts wie die Anzahl der Pulsschläge in einer gegebenen Zeit verhält: so muß die Gewalt des Bluts dem Quadra-

te der Anzahl der Pulsschläge proportional seyn. Solchergestalt hat das Blut 4 mahl mehr Gewalt wenn der Puls noch einmahl so geschwinde geht. Da aber die Gewalt des Bluts auch der Menge desselben proportional ist (§. 85.): so ist es kein Wunder, wenn ein vollblütiger Mensch durch eine allzuheftige Bewegung des Bluts in schwere Kranckheiten verfällt, oder wohl gar das Leben verliert.

Von dem Puls.

§. 679. Die Pulsadern sind nahe an dem Hertzen weit, und werden immer enger, je mehr sie sich davon entfernen. Da sie nun solchergestalt eine conische Figur haben, so widerstehen sie der Bewegung des Bluts und dieser Widerstand nimmt mit der Entfernung von dem Hertzen zu. Man hat ferner gefunden daß der Durchschnitt der Aeste bey einer Pulsader jederzeit grösser sey als der Durchschnitt des Stammes, daraus sie entsprungen sind. Diesem zu Folge bewegt sich das Blut in den Pulsadern beständig in einem grössern Raum. Da sich nun die Geschwindigkeiten der flüßigen Materien umgekehrt wie die Raume verhalten, darinnen sie sich bewegen: so sollte die Bewegung des Bluts in den kleinsten Gefässen ungemein langsam geschehen. Weil aber die kleinsten Blutgefässe Haarröhrgen sind: so helfen sie durch ihre anziehende Kraft die Bewegung des Blutes befördern. Man begreift ferner

gar bald, was die Ursache von der Bewegung der Pulsadern sey, dergleichen man in den Blutadern nicht wahrnehmen kan. Denn weil sich in den Pulsadern das Blut von der weiten Eröffnung gegen die engere bewegt: so muß es nothwendig an die Haut der Pulsader schief anstossen. Es wirckt demnach mit einem Theile seiner Kraft in dieselbe (§. 54.), und da sie beugsam ist, so wird sie so ofte ausgedehnt, als das Blut aus dem Hertzen hineingetrieben wird und hernach zieht sie sich wegen ihrer Elasticität wieder zusammen. Bey den Blutadern hingegen hat dieses nicht statt, als in welchen sich das Blut von dem engeren Ende gegen das weitere bewegt.

Von dem Athemholen.

§. 680. Die Lunge besteht aus unzähligen Bläsgen, welche insgesamt mit der Luftröhre Gemeinschaft haben. Wenn man nun die Brust erweitert so dehnt sich die Luft in der Höle der Brust und hernach in der Lunge aus (§. 305.). Ihre Elasticität wird geringer, als die Schwere der äussern Luft (§. 288.). Es dringt demnach die äussere Luft durch die Nase oder den Mund hinein, und dehnet die in der Lunge befindlichen kleinen Bläsgen aus. Wenn man nun ferner die Brust zusammenzieht, so wird die Luft in der Höle der Brust und in der Lunge zusammen gedrückt; ihre Elasticität, welche schon durch die Wärme vermehrt worden war (§. 307.),

wird

wird durch das Zusammendrücken noch grösser gemacht (§. 309.). Sie drückt demnach stärcker als ihr die äussere Luft widerstehen kan, und siehet sich genöthiget wieder aus der Lunge heraus zugehen. Diese wechselsweise Bewegung der Luft wird das Athemholen genannt. Weil nun die Luft, welche in die Lunge hineinkömmt, kalt ist: so muß sie das Blut in der Lunge abkühlen (§. 245.), wird aber das Blut abgekühlet, so wird es dichter gemacht (§. 255.). Da nun solchergestalt seine eigenthümliche Materie in einen engern Raum zusammen gebracht wird, so sehen wir die Ursache warum, die Lungen-Pulsader, welche das Blut aus dem Hertzen in die Lunge bringt, im Diameter grösser ist als die Lungen-Blutader, die das Blut aus der Lunge dem Hertzen wieder zuführet ingleichen warum die rechte Hertzenskammer weiter ist als die lincke.

Von der Seere-tion.

§. 681. Daselbst, wo die Blutgefässe so enge sind, daß sie nicht mehr als ein eintziges Blutkügelgen zu fassen vermögen, gehen zur Seite andere noch engere Röhrgen heraus, welche also gar keine Blutkügelgen, sondern blos die Feuchtigkeit, die sich bey dem Blute befindet, annehmen. Und nun begreift man, wie es möglich sey, daß allerhand Materien vom Blute können abgeschieden werden, wie solches in allen Drüsen geschiehet. Die Leber dient zu Absonderung der Galle, die Nie-

ren scheiden den Urin von dem Blute, und führen ihn durch zwey Gänge in die Urinblase. Endlich so wird in der gantzen Haut einige Feuchtigkeit vom Blute abgesondert, welche durch die Schweißlöcher beständig ausdufftet, und wenn sie sich starck sammelt den Schweiß ausmachet. Diese müssen wir etwas genauer betrachten.

Von der unmerckl. Ausdämpfung.

§. 682. Es musten nothwendig alle Theile des menschlichen Cörpers wachsen können. Solten sie wachsen, so muste ihnen der Nahrungssaft zugeführet werden, und wenn dieses geschehen sollte: so muste der gantze Cörper aus lauter zarten Röhrgen zusammengesetzt seyn, damit der Nahrungssaft zu einem jeden Puncte hingeführet werden konnte. Man wird nicht zweifeln, daß diese kleinen Gefäßgen, die kein Blut mehr führen, als Haarröhrgen anzusehen sind, in welche die Säfte von selbst hineindringen (§. 214.). Nimmermehr würde dieses geschehen können, wenn sie nicht an beyden Enden offen wären (§. 663.). Da nun der gantze Cörper inwendig und auswendig aus solchen zarten Gefässen bestehet: so müssen sie auch allenthalben ihre Eröffnung haben. Diese Eröffnungen der zartesten Gefäßgen heissen die Schweißlöcher. Derowegen hat der Mensch so wohl von aussen als von innen unzählige Schweißlöcher, die sich auch durch die Vergrösserungsgläser gantz deutlich zeigen. Wenn

nun

nun die Gefäßgen, deren Eröffnungen die Schweißlöcher sind, beständig mit einer warmen Feuchtigkeit angefüllet werden: so muß diese nothwendig durch die Schweißlöcher ausdufften (§. 365.). Und dieses ist die Ursache von der unmercklichen Ausdünstung, die zu dem Leben und der Gesundheit der Menschen gantz unumgänglich nöthig ist. Sanctorius hat durch Experimente gezeigt daß 5 Pfund durch die Transpiration und nur 3 Pfund durch den Urin und Stuhlgang hinweggegangen sind; wenn er 8 Pfund Speise und Tranck zu sich genommen hatte. Gleichwie nun dadurch die wässerigen Theile immer abgeführet werden, die andern aber, welche von schwerer Art sind, zurücke bleiben, einander unmittelbar berühren und zusammenhängen, so kan man urtheilen, daß der Mensch eine Zeit lang wachsen und zunehmen müsse. Eben dieses aber, was die Ursache seines Wachsthums ist, ist zugleich ein Mittel zu seinem unvermeidlichen Untergange. Denn es müssen sich nothwendig mit der Zeit sehr viele irdische Theilgen sammeln, welche die Fäsergen des menschlichen Cörpers verstopfen, hart und zu der Bewegung ungeschickt machen. Daher werden alte Leute so steif, und man bemerckt nicht selten, daß auch grosse Adern, oder andere weiche Theile, in ihnen zu Knochen geworden sind. Es hören demnach die Bewegungen allgemach auf, und

der Mensch stirbt ohne einen Schmertzen zu empfinden. Dieses ist die natürlichste Art zu sterben, zugleich aber auch die seltenste: weil die meisten Menschen durch einen gewaltsamen Tod, den sie sich selbst zugezogen haben, dahingerissen werden, und dasjenige Alter, welches sie natürlicher Weise hätten erhalten können, nicht erreichen.

Von den Muskeln

§. 683. In allen diesen Stücken scheint der Mensch vor einer Pflantze keinen sonderlichen Vorzug zu haben. Er besitzt aber überdem noch ein Vermögen, allerhand Bewegungen nach eigenem Belieben vorzunehmen. Diese Bewegungen geschehen insgesamt vermittelst der Muskeln. Ein Muskel besteht aus dem Kopfe, dem Bauche und dem Schwantze. Der Kopf und Schwantz, welchen man auch eine Flechse zu nennen pflegt, ist an einem Knochen befestigt, der Bauch aber ist aus einer grossen Menge von Fäsergen die immer wieder aus andern bestehen zusammengesetzt. Ueberdiß hat ein jeder Muskel seinen Nerven, seine Puls- und Blutader.

Fernere Betrachtung der Muskel.

§. 684. Die Erfahrung hat gelehrt, daß der Muskel keine Bewegung hervorbringen kan, wenn sein Nerve, oder seine Pulsader gebunden oder zerschnitten wird. Es muß demnach so wohl der Nerve als das Blut zur Würckung des Muskels etwas beytragen.

§. 685.

§. 685. Allem Ansehen nach geschieht die Würckung des Muskels durch den Nervensaft. Denn wenn dieser in seine Fäsergen hineindringt: so schwellen sie auf, sie werden zugleich aber auch kürtzer, und ziehen den Knochen, an welchen der Muskel befestigt ist, nach sich, fast auf die Art, wie ein Strick, wenn er feuchte wird und das Wasser in seine Zwischenräumgen hineindringet, kürtzer wird und ein grosses Gewichte, das daran hänget, aufhebet. Daher sehen die Muskeln, wenn sie sich zusammenziehen, blaß aus. Denn das Blut, das sich in den Fäsergen aufhält, wird mit Gewalt aus ihnen herausgespritzet wenn sich der Muskel zusammenziehet. Der Nerve des Muskels wird also darzu dienen, daß der Einfluß des Nervensaftes nach dem Willen der Seele oder auch nach einer vorhergegangenen Empfindung geschiehet. Denn es ist ein Gesetze der Bewegung in dem Cörper der Menschen und Thiere, daß auf eine Empfindung immer eine Bewegung erfolget, die ihr proportional ist. Man könnte solches durch viele medicinische Observationen und Experimente darthun, und sich desselben mit grossem Vortheile zu Auflösung verschiedener Fragen in der Artzneykunst bedienen, wenn nur mein gegenwärtiger Zweck dergleichen Abhandlungen litte.

Wie die Würckung des Muskels geschiehet

Warum der Muskel nahe am Gelencke befindlich ist

§. 686. Die Natur bedient sich bey der Bewegung des menschlichen Cörpers gantz anderer Maximen, als wir im gemeinen Leben zu gebrauchen gewohnt sind. Wir bringen die Kraft weit von dem Ruhepuncte an, und suchen den Vortheil in der bewegenden Kraft, obgleich die Bewegung geschwinder geschehen muß. Die Natur setzt die Kraft gantz nahe an den Ruhepunct, und sucht den Vortheil darinnen, daß die Last geschwinde bewegt wird, ohnerachtet die bewegende Kraft keine grosse Geschwindigkeit hat. Denn die Flechse des Muskels, welche als die bewegende Kraft anzusehen ist, ist immer dem Ruhepunct der sich in dem Gelencke befindet, näher als der Punct, wo die Last angebracht wird, die da beweget werden soll. Solchergestalt ist die Kraft des Muskels grösser als die Last, indem er nicht so viel Geschwindigkeit, als jene, die weiter von dem Ruhepuncte entfernt ist, besitzet (§. 61.). Nimmermehr würde die Natur die Kraft verschwendet haben, wenn es nicht nöthig gewesen wäre. Man darf sie nur ein wenig kennen, so weiß man, daß aus ihren Wercken eine ungemeine Pracht, aber auch eine grosse Sparsamkeit hervorleuchtet. Allein hier sahe sie sich gezwungen, diese Maxime aus den Augen zu setzen. Man bedencke nur, wie unbequem es seyn würde, wenn der Muskel, welcher den Arm bewegen soll, vorne an der Hand befe-

stigt

stigt wäre. Er müste sich durch einen grossen Raum bewegen, die Bewegung der Hand würde viel langsamer seyn, und der Arm würde allemahl starck aufschwellen und dicke werden, wenn man die Hand bewegen wolte.

§. 687. Es wird nicht undienlich seyn, dieses durch ein Exempel zu erläutern. Es sey CA der Arm eines Menschen, und A die Hand, die das Gewichte P aufheben soll. Der Muskel muß seine Würckung schief verrichten, wenn er den Arm in die Höhe ziehen soll. Es ist demnach DE seine Directionslinie. Da sich nun in C, wo das Gelencke ist, der Ruhepunct befindet: so ist CD die kürtzeste Linie, welche man auf die Directionslinie der Kraft ziehen kan, und da man durch die Entfernung die kürtzeste Linie verstehet welche von einen Orte gegen den andern gezogen werden kan: so ist die Linie CD, die aus dem Ruhepuncte C auf die Directionslinie DE perpendicular gezogen ist, die Entfernung der Kraft. Und so ist ferner klar, daß CA die Entfernung der Last seyn müsse, indem diese Linie aus dem Ruhepunct C auf die Directionslinie der Last AP gleichfals perpendicular gezogen ist. Die Kraft ist vermögend die Last zu erhalten, wenn sie sich zu der Last verhält wie die Entfernung der Last zu der Entfernung der Kraft (§. 62.). Derowegen verhält sich CD zu CA wie das Gewichte, das man mit der Hand aufheben kan,

Wie man die Kraft des Muskels ausrechnet. Tab. IX. Fig. III.

kan, zu der Kraft des Muskels, die er gebraucht, das Gewichte zu erhalten. Nun ist ohnstreitig CA grösser als CD: derowegen muß auch die Kraft des Muskels jederzeit grösser seyn als die Last, welche man mit der Hand in die Höhe hebt. Niemanden wird dieses befremden, wer da bedenckt, daß wegen der verschiedenen Geschwindigkeit ein grosses Gewichte erfordert werde, ein anderes, das weiter vom Ruhepunct entfernet ist, zu erhalten (§. 62.).

Von den Sinnen.

§. 688. Ausser der Kraft sich zu bewegen besitzt der Mensch noch ein Vermögen, zu empfinden. Alle Artzneyverständigen sind darinnen einig, daß die Empfindungen vermittelst der Nerven geschehen. Denn je mehrere Nerven ein Theil des Cörpers hat, desto empfindlicher ist er, und wo gar keine Nerven sind, als z. E. im Fett, daselbst ist auch gar keine Empfindung. Man glaubt ferner, daß die Nerven mit einer subtilen Materie erfüllet sind, die im Gehirne vom Blute abgesondert werde, und welche in Bewegung gesetzt würde, so bald etwas den Nerven berührt. Die grosse Menge des Blutes, welche dem Gehirne zugeführt wird, der Mangel der Empfindung und Bewegung, wenn ein Nerve gebunden wird, und andere Gründe mehr machen die Gegenwart der flüßigen Materie in dem Gehirne und den Nerven und die Nothwendigkeit derselben zur Empfin-

pfindung und Bewegung so wahrscheinlich, daß man sie wohl schwerlich wird in Zweiffel ziehen dürffen; ob aber der weiche Theil der Nerven oder vielmehr die Haut mit welcher sie jederzeit umgeben sind, das eigentliche Instrument der Empfindung genennet zu werden verdient, dieses ist eine andre Frage. Denen Artzneyverständigen hat es beliebt, das erstere zu erwählen, und ich bin daher verbunden die Ursachen anzuzeigen, welche mich bewegen, von der gewöhnlichen Meynung abzugehn. Käme die Empfindung blos von der Bewegung des Nervensafts: so würde das Gehirn, darinnen der Nervensaft in grosser Menge anzutreffen ist, die gröste Empfindlichkeit haben, da doch die Observationen lehren, daß das Gehirn, wenn man die Häute und Blutgefässe ausnimmt, gantz ohne Empfindung ist. Die elastischen Häute des Gehörnervens welche sich in der Schnecke des Ohrs befinden dienen zum Gehör; In dem Auge ist gleichfals die Haut des Schenervens das Instrument welches zu sehen dienet. Dieses alles könnte unmöglich statt haben, wenn die Empfindung in der inneren Substantz des Nervens, und nicht vielmehr vermittelst seiner Häute geschähe. Daher sind die Häute, so das Gehirn einschliessen, und welche mit den Nerven durch den gantzen Cörper fortlauffen und dieselben umgeben, so sehr empfindlich. Wie Baglivi durch viele

Ver-

Versuche gezeigt hat. Die Nervenwärtzgen, welche über die gantze Haut zerstreuet liegen, sind das Werckzeug des Gefühls. Diejenigen, welche sich auf der Zunge befinden, verursachen den Geschmack, wenn die Saltztheilgen der Speise, nachdem sie von dem Speichel aufgelöset sind, in die Nervenwärtzgen würcken, und die Haut der Nase ist gantz mit dergleichen Nervenwärtzgen besetzt, an welche die Ausdünstungen, so sich in der Luft befinden, anstossen, und den Geruch verursachen. Fragt man aber, was vor eine Art der Bewegung in den Nervenhäuten seyn müsse, wenn eine Empfindung entstehen soll: so trage ich kein Bedencken, es eine zitternde Bewegung, die der Elasticität einer solchen Haut zuzuschreiben ist, zu nennen. Denn daß die Nervenhäute elastisch sind erhellet daraus, daß sie sich zurückeziehen, wenn man einen Nerven durchschneidet. Ist aber wohl eine gespannte elastische Haut einer andern als einer zitternden Bewegung fähig? Je grösser also die Elasticität einer nervösen Haut ist, desto empfindlicher muß sie seyn. Da nun ihre Elasticität desto grösser ist, je stärcker sie gespannt wird: so muß nothwendig die Empfindung desto heftiger seyn, je stärcker die Nerven des menschlichen Cörpers gespannet sind. Daher kömmt es, daß ein Mensch, welcher in der Tortur auf die Leiter gespannt und ausgedehnt wird, von dem

ge-

Digitized by Google

ringsten Schlage, der nur mit einem Bindfaden geschiehet, die schmertzhafteste Empfindung hat. Thümmig führt ein Exempel von einem Musicverständigen an, der bey Nacht und nicht bey Tage sehen können, weil ihm das Auge von einer zersprungenen Saite, die ihn beschädigt hatte, sehr starck geschwollen war. Man wird schwerlich eine gegründete Ursache davon angeben können, ausser dieser, daß durch die Geschwulst die nervöse Haut des Auges, darinnen das Sehen geschiehet, ausserordentlich ausgedehnt worden ist. Denn so war das schwache Licht, das wir des Nachts von den Sternen bekommen, hinreichend, von denen umstehenden Sachen eine Empfindung zu verursachen, da hingegen das Licht der Sonne in die gewaltsam gespannte Nervenhaut eine solche heftige Würckung hatte, daß daraus keine schmertzhafte Empfindung entstand. Dieser eintzige Zweifel könnte entstehen, daß die Empfindung eine Zeitlang fortdauren müste, ohnerachtet der Cörper, welcher sie verursacht hätte, nicht mehr vorhanden wäre, weil die zitternde Bewegung in den Nervenhäuten nicht alsbald aufhören würde. Allein, dieses gilt nur in dem Falle, wenn die Nerven entweder sehr starck gespannt sind, oder wenn die Würckung des Cörpers, der die Empfindung verursacht, sehr heftig ist. Denn wenn die Nerven nicht allzustarck gespannt sind:

so

so wird ihre zitternde Bewegung so gleich unmerklich, wenn sie nicht durch einen neuen Stoß unterhalten wird. Daß aber die zitternde Bewegung eine Zeitlang fortdaure, wenn der Stoß sehr starck gewesen ist, bezeuget nicht nur das Gefühl, sondern auch das Gesichte. Wenn man in die Sonne gesehen hat: so empfindet man ihren Glantz noch, wenn man schon die Augen zuschließt. Da sich aber das Bild der Sonne alsdenn farbigt vorstellt, und die farbigten Strahlen schwächer sind als die weissen (§. 470.): so ist klar, daß die Empfindung, und folglich auch die zitternde Bewegung in dem Nerven immer schwächer werde, und sich also endlich verlieren müsse.

Von dem Gehör.

§. 698. Unter allen Gliedmassen der Sinne scheinet das Ohr und das Auge am künstlichsten gebauet zu seyn. In dem Ohre befindet sich ein Schneckengang und Canäle, dadurch der Schall verstärcket wird. Man trift aber auch einen elastischen Nerven darinnen an, der eine Spirallinie vorstellet. Wenn nun die Luft bey dem Schalle in eine zitternde Bewegung geräth (§. 327.), und zu dem Ohre kömmt: so stößt sie an das Trummelfell an, welches der Luft im innern Ohre, und diese dem Nerven dergleichen zitternde Bewegung, als in der Luft ist, mittheilet. Darum muste der Nerve eine solche Figur haben, vermöge welcher nicht alle seine Fä-

ser-

fergen von gleicher Länge sind. Denn man kan sie als viele Saiten ansehen, deren jede an zu zittern fängt, wenn in der Luft eine solche Bewegung vorhanden ist, deren sie fähig ist (§. 345.).

§. 690. Das Auge besteht aus Häuten und Feuchtigkeiten. Die äussere Haut ist vornen durchsichtig, wie ein Horn, und heist Cornea; hinten aber ist sie undurchsichtig, und wird Sclerotica genennt. Auf diese folgt eine zärtere Haut, die vornen, da sie farbigt ist, Uvea, hinten aber, da sie schwartzbraun aussiehet, Choroidea genennt wird. Die letzte ist Retina, eine ungemein zarte und weisse Haut. Sie hat ihren Ursprung vom Sehenerven, der in das Auge hineingeht. In dem Sterne ist ein Loch, durch welches die Strahlen in das Auge kommen. Man nennt es die Pupille. Diese Pupille wird bey schwachem Lichte groß, bey stärckerem aber klein. Das erstere verrichten Fäsergen, die wie Radii eines Circuls fortlaufen, das letztere aber andere, die eine circulrunde Gestalt haben. Die Ursache, warum sich die Pupille zusammenzieht, wenn das Licht starck ist, ist die Empfindung des Lichts (§. 685.); der Nutzen aber dieser, daß das Licht nicht allzuheftig in das Auge würcken und eine schmertzhafte Empfindung verursachen könne. Von dem Auge.

Wie das Sehen geschiehet

§. 691. Der vorderste Theil des Auges ist mit einer wässerigen Feuchtigkeit erfüllet. Den hintersten Theil nimmt eine Materie ein, die wie geschmoltzen Glas aussiehet und die gläserne Feuchtigkeit genennet wird, welche nichts anders ist als das allerdurchsichtigste Wasser, das in gantz ungemein zarten Bläsgen, die von der Spinnewebenhaut des Gehirns herkommen, aufbehalten wird. Bey nahe mitten im Auge befindet sich die crystallinische Feuchtigkeit, welche einem auf beyden Seiten erhabenen Glase in allem ähnlich ist. Wenn nun ein auf beyden Seiten erhabenes Glas das Bild einer Sache hinter ihm verkehrt darstellet (§. 463.): so dürfen wir uns nicht wundern, daß die crystallinische Feuchtigkeit eben dergleichen thut. Man darf nur von einem Ochsenauge die harte Haut abschneiden: so wird man sehen, wie sich die Sachen mit allen Farben auf das deutlichste, wie wohl sehr klein und verkehrt, auf der Retina hinter der crystallinischen Feuchtigkeit abbilden. Und mit einen Worte, das Auge ist eine Camera obscura. Die Pupille ist die Eröffnung, dadurch die Strah'en hineinkommen. Die Choroidea macht es dunckel darinnen, dergestalt, daß auch der Stern gantz schwartz aussiehet, blos darum, weil es im Auge so finster ist. Die crystallinische Feuchtigkeit ist das geschliffene Glas, und die Retina das weisse Tuch, darauf sich die

die Sachen abmahlen. Werden diese Bildergen allzuklein, so werden sie undeutlich, und man kan alsdenn die Sache nicht mehr erkennen, welches geschiehet wenn das Object entweder zu klein, oder allzuweit entfernt ist. Freylich wäre ein Auge vollkommener, wenn es so wohl die kleinsten als die entferntesten Sachen hätte deutlich vorstellen können. Allein, es fragt sich nicht, ob dergleichen Auge vollkommener seyn würde, sondern ob es möglich gewesen? Würde nicht die crystallinische Feuchtigkeit zugleich groß und klein haben seyn müssen, wenn dieses hätte sollen erhalten werden? Hier stritten also die Regeln der Vollkommenheit mit einander; und man wird der Natur verdunden seyn müssen, daß sie die Ausnahme so geschickt zu machen gewust hat.

§. 692. Von der Erzeugung der Menschen haben die Naturkündiger verschiedene Meynungen, unter welchen die Lewenhöckische den wenigsten Schwierigkeiten unterworffen zu seyn scheinet. Es läß sich vieles hier wieder anbringen, was oben von den Pflantzen gesagt worden (§. 668.). Indessen ist doch nicht zu leugnen, daß auch die Lewenhöckische Meynung einer weitern Untersuchung bedarf, und daß sich schwerlich etwas in dieser Materie mit völliger Gewißheit bestimmen lasse. Der Ursprung der Muttermähler läßt sich zum wenigsten nach dieser Theorie nicht begreiffen. Von der Erzeugung der Menschen.

Wolte man deswegen behaupten, daß die Seele sich selbst einen Cörper bauete: so würde man zuweit gehen, und einen Schluß machen, der sich nach den Regeln der Vernunftkunst nicht rechtfertigen liesse. Denn man wird nimmermehr erweisen können, daß die Seele eines Kindes hierinnen so viel Geschicklichkeit besitzt, da sie doch in andern Stücken so dumm ist. Es kan aber wohl seyn, daß ich nicht scharfsinnig genug bin eine Sache zu begreiffen welche sich andere Leute so deutlich vorstellen können, als wenn sie sie mit Augen gesehen hätten. Wolte man es aber darum leugnen, weil man sich desselben nicht bewust ist: so würde man in der Gefahr seyn, auf der andern Seite einen Fehler zu begehen. Denn die Seele thut vieles, davon sie nichts weiß, dergleichen Exempel die Empfindung der Tone an die Hand giebt (§. 342.). Gesetzt aber auch, daß die Seele der Baumeister ihres Cörpers wäre, so frage ich einen jeden meiner Leser auf sein Gewissen, ob er es nun begreift, wie es mit der Erzeugung der Menschen zugehet, ich bin gewiß versichert, wenn er vernünftig ist so wird er antworten er sey jetzo eben so klug als er vorher gewesen wäre.

Von den übrigen Thieren.

§. 693 Was hier von dem Menschen gesagt worden, gilt mit einiger Veränderung von allen übrigen Thieren. Es wird nicht möglich seyn, sie alle insbesondere zu betrachten,

ten, da ihre Anzahl so groß ist. Der Elephante ist unter denen, die man mit blossen Augen siehet, das grösseste, und die Käsemilbe das kleinste. Man kan aber wohl behaupten daß es eben so eine grosse Menge kleinerer Thiergen gebe, die man durch die Vergrösserungsgläser entdeckt, und unter denen die Käsemilbe der Elephante ist. Bey allen findet sich die ordentlichste Structur, vermöge welcher sie Empfindungen und Bewegungen haben können. Sie leben eine Zeitlang, und sterben nachdem sie ihr Geschlecht fortgepflantzt haben. Dieses geschiehet keinesweges durch die Fäulniß. Denn ohnerachtet Fleisch, welches faulet, voller Maden und Würme zu seyn pfleget: so geschiehet es doch nur darum, weil diese Thiere durch den Geruch herbeygelockt worden sind, und ihre Eyer darauf gelegt haben. Dieses hat Redus auffer Zweifel gesetzt, indem er gefunden daß in dem Fleische niemahls Würme wachsen, wenn es entweder vor dem Zugange der Luft verwahret, oder auch nur mit einem Nesseltuche allenthalben bedeckt ist.

Es bedienet sich also die Natur bey Hervorbringung der kleinsten Thiere eben der Ordnung, die sie bey den grössern in acht nimmt. Sie ist immer regelmäßig, und beobachtet die schärfsten Gesetze. Man muß erstaunen, wenn man an die Vollkommen-

heiten desjenigen gedenckt, von welchem alle diese Gesetze herstammen. Ich bin zu nichts weniger geschickt, als dieselben nur einigermassen zu entwerffen, am allerwenigsten aber sie in ihrer wahren Beschaffenheit darzustellen. Dergleichen Betrachtungen erfodern eine viel geübtere Feder als die meinige ist, und lassen sich schwerlich in die enge Grentzen eines so kleinen Buches einschliessen.

Vollständiges Register
der
Worte und Sachen,

Die erste Zahl mit einem Comma bedeutet den §. die andere mit einem Punct zeigt das Blatt an.

A.

Abwegung des Feuers 276, 325.
Actio corporis 20, 18.
- in corpus 20, 18.
Actio et reactio sunt æquales 37, 30.
» wie dieser Satz zu verstehen 37, 31.
Acustica tuba 352, 436.
Æolipila beschrieben 516, 641.
» deren Wirckung ibidem
» Experimente damit 517, 642.
Æquator, dessen Winckel mit der ecliptic wie groß 619, 766.
Æquilibrium wird erklärt 59, 49.
Æquinoctia, warum vom Frühlings- bis aufs Herbst æquinoctium 8 Tage mehr, als vom Herbst zum Frühlings æquinoctio 639, 781.
Ætna 410, 508.
Alchymisten, suchen das Goldmacher Geheimniß in Vitriol 994, 488.
Allée, warum sie scheint spitz zu zu lauffen 452, 579.
Alten, worinn sie es bey der Naturlehre versehen 2, 2.

, sind deswegen nicht zu verachten 2, 3.
, ihre Meinung von der Schwere der Elemente 185, 205
Amalgama von allerley Metallen sincket im Queckſilber zu Boden 199, 223.
, wie es gemacht wird ibid.
, aus Eisen kann man keines machen 201, 226.
Ambra ein Gran erfüllet ein gantz Zimmer mit gutem Geruch 11, 13.
Anatomischer Heber 150, 156 seq.
Anaxagoras behauptet Schnee sey schwartz 537, 664.
Anima vegetabilis der Schulweisen ist eine bloſſe Erdichtung 658, 815
Antimonium 413, 512
Antipodes haben allezeit Fluth, wenn sie bey uns ist 650, 808.
Anziehen der Cörper was es heisse 37, 32.
Anziehende Krafft verursacht eine krumlinigte Bewegung 232, 268.
, wirckt ins springende Wasser 233, 270.
, der Cörper was sie sey 37, 32.
Apfel, wie er nach geschehener Auspumpung erweicht wird 404, 502.
, ausgepumpter wird vom Wasser durchsichtig 404, 502.
Archimedes, wie er die königl. Crone probirt 169, 184.
Aries der Alten hatte viele Masse aber wenig Geschwindigkeit 56, 47.
Aristoteles glaubt schlechterdings leichte Cörper 119, 116.
Aristotelis falscher Begriff vom Regenbogen 548, 676.
, irrige Meinung von Cometen 643, 790.
Athem hohlen wie es zugehet 680, 836.
Atmosphær ist zwischen den Wendecirckeln höher als gegen die Pole, Ursachen davon 632, 770.
Auflösung der Saltze im Wasser 392, 483.
Auge, dessen Structur 690, 849.
, seine Theile ibid.
, ist eine Camera obscura 691, 850.
geschwollenes, warum es bey Nacht und nicht bey Tage gesehen 688, 847.

Augu-

Auguſtinus, was er von der Figur der Erde und ihrer Schwere geglaubt 124, 122.
Aurum fulminans 565, 688 ſeq.
Ausdämpfung unmerckliche 682, 838.
Ausdünſtung vielerley in der Lufft, 560, 684.
Axe der Erden, deren inclination gegen die Erdbahn, daß ſie mit derſelben einen ſpitzigen Winckel macht, iſt der Grund der 4 Jahrszeiten 629, 765 ſeq.

B.

Bäder, warme, woher ſie entſtehen 409, 507.
Barometer, wer es erfunden 286, 337.
» Verſuch damit 293, 348.
Baum ein gepfropfter trägt zweierley Früchte 666, 824.
Baumannshöhle, ihre verſteinte Figuren 389, 480.
Bäume tragen in einerley Erdreich gantz verſchiedene Früchte 666, 824.
Bäume an verkehrt gepflantzten ſind die Zweige zu Wurtzeln und Wurtzeln zu Zweigen worden 667, 825.
» hat man aus Blättern und Zweigen aufgezogen 667, 825.
Bereiffen, warum die Hare und Bart im Winter bereiffen 536, 659.
Berge, feuerſpeiende Berge 409, 508.
» manche ſeynd höher als die Wolcken 526, 650.
Bernſtein iſt dem Schwefel ähnlich 398, 495.
» iſt im unterirdiſchen Holtze anzutreffen 398, 495.
» ingleichen in der See ibid.
» wie er erzeugt wird ibid.
» wo er häuffig zu finden ibid.
Bewegung was ſie iſt 13, 15.
» wie ſie entſtehet 28, 25.
» ihr erſtes Geſetz. 24, 20.
» das andere 29, 23.
» das dritte 36, 29.
» iſt nicht ohne Geſchwindigkeit und Direction 22, 19.
» theilt ſich geſchwinde mit 761, 63.
» deſto langſamer ſie iſt, ie ſtärcker ihr Wiederſtand 319, 397.
» der Cörper in flüßiger Materie 142, 147.

Bewegung der Menschen und Thiere 125, 123.
» eines fallenden Cörpers, wenn sie nicht ferner beschleunigt wird, was alsdenn erfolget 133, 137.
» einer gespannten Saite 332, 414.
» eines klingenden Körpers 332, 415.
» eines Perpendiculs, wie sie geschieht 140, 144.
Bewegung in einer Pflantze, deren Geschwindigkeit 665, 823.
» was vor eine bey den Empfindungen in den Nervenhäuten vorgehet 688, 844.
» die aufgehaltene 116, 108.
» die im Circul ist gleichförmig 115, 109.
» die elliptische ist nicht gleichförmig 114, 107.
» die gerade wird erkläret 51, 42.
» die gleichförmige 115. 108.
» gleichförmig beschleunigte ihre Gesetze 117, 109.
» welche Kräfte dergleichen hervorbringen 118, 118.
» die krumlinigte erfordert mehr als eine Krafft 25, 21.
» die schiefe wird erkläret 51, 42.
» man kan sie als aus zweyen zusammengesetzet betrachten 51, 43.
» bey ihr geschiehet die Wirckung nicht mit der gantzen Krafft 54, 45.
» die beschleunige 116, 108. 109.
» die angleichförmige 114, 107.
» die zusammengesetzte wird erkläret 45, 38.
» ihre Nothwendigkeit ibid.
» wenn sie groß und klein 48, 40.
» wird bestimmet 49, 41.
» geschiehet in der Diagonallienie 45, 38.
Bienen wie ihr Stachel sticht 191, 213.
» ihr Stachel hat Wiederhacken ibid.
» daher bleibt er zurück ibid.
Blase mit einem Bleygewicht sincket in freyer Luft unter das Wasser und erhebet sich im luftleeren Raum 180, 195. 196.
» wenn sie am Feuer oder Licht nicht verbrennet 271, 318.
Bläsgen in den Pflantzen sind das Werckzeug, darin der Saft von den Sonnenstrahlen zubereitet wird 666, 824.

Digitized by Google

Blasigte Materie in den Pflantzen ist mit Saft erfüllet 660, 817.
Blat dessen Sceleton 660, 817.
Blätter haben einerley Structur mit Wurtzeln und Zweigen 667, 925.
* aus denselben hat man Bäume aufgezogen 667, 825.
Bley hängt leicht zusammen 190, 210.
* Versuch davon ibid.
* komt nicht vom Druck der Luft ibid.
* warum es keinen Schall giebt 331, 413.
Bleykugel zerschmeltzet in Papiere dessen unverletzt 171, 185.
Blinde können die Farbe fühlen 497, 622.
Blitz, wie er entstehet 564, 687.
* wo er entstehet 567, 691.
* bestehet aus schweflichten Dünsten 568, 692.
* kann sich auf der Erde entzünden und in die Höhe fahren 567, 692.
* Ursach seiner gewaltsamen Wirckungen 568, 692.
* zerschmeltzt zinnerne Teller, ingleichen Degen in der Scheide 568, 693.
* fält in Gestalt einer Feuerkugel 568, 694.
* kan durch Vermischung verschiedener Ausdünstungen entstehen 564, 687.
Blut, warmes giebt grosse Menge Luftblasen in einem luftleeren Raume 319, 395.
Blut ist zusammengesetzt aus Wasser und rothen Kügelchen 676, 832.
* sein Umlauf ist in einem Fischschwantz mit einem Microscopio zu observiren 676 832.
* wird erwiesen 676, 833.
* sich bewegendes hat eine lebendige Kraft dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional 678, 834.
* hat vier mahl mehr Gewalt, wenn der Puls noch einmal so geschwind schlägt 678, 834.
* dessen Bewegung geschiehet in den kleinesten Gefässen am langsamsten und ist alsdenn die Ursach dieser Kranckheiten 679, 835.

Blutadern ihr Aufschwellen ist an der Caninichen Ohren sichtbar 323. 402.
* ihr Unterscheid von den Pulsadern 676, 833.
Borax ist der Alten ihr Nitrum 394, 489.
Borellus von Bewegung der Thiere angeführt 125, 123.
Bouguer zeigt die Verhältnis des Vollmondenlichts von Sonnenlicht 629, 757.
Boyle zeigt die Theilbarkeit des Goldes 717.
* Experiment vom Abwägen des Feuers 276, 325.
* hat die Luftpumpe verbessert aber nicht erfunden 286, 337.
* beweiset, daß sich Wasser nicht zusammen drucken lasse 362, 449. sein marmorner Tisch 203, 227.
* führt ein Exempel eines Blinden an, der die Farben unterscheiden konte 497, 622.
* sein Versuch, daß Pflantzen nicht ihre Nahrung von der Erde haben 661, 818.
Brandtewein, entzündeter giebt stärckere Flammen, wenn man mit einem Rohr hinein bläset 51, 42.
Brausen flüßiger Materie, woher es entsteht 396, 491.
Brenngläser, warum sie bey schwulen Wetter schlechte Wirckung thun 562, 686.
Brennesseln, wie sie durchs Vergrösserungglas erscheinen 191, 213.
* wie sie stechen ibid.
Brennpunct was er ist 458, 585.
* warum die Hitze in demselben so leicht verschwindet 273, 320.
Brennspiegel ihre Wirckung 473, 600.
* Erweis und Erfahrung davon 475, 602 seq.
* vom Stroh und Eise 474, 600.
* zündet mit den Strahlen glüender Kohlen an 476, 606.
Brodt, warum solche grosse Luftlöcher darinnen sind 321, 400.
Brunnen der Dünsteiner hält Saltz in sich 406, 505.
* der Hallische und Lauchstädter Gesundbrunnen hält Eisenvitriol 406, 505.
* der Sedlitzer und Selter hält Saltz 406, 505.
* versteinernde 388, 479.

Butter, warum sie von hinein gegossenen Wasser stärcker brennet 511, 636.
Buchstaben, wie sie in eine flüßige Materie zu schreiben 405, 503.

C.

Calcinirte Cörper in ihnen ist viel Feuer anzutreffen 276, 325.
Camera obscura 463, 588.
Caninichen an ihren Ohren wird das Aufschwellen der Blutadern unter den Recipienten sichtbar 323, 402.
Canonkugel wenn sie perpendicular in die Luft geschossen ist, so hat sie im Falle grosse Gewalt 139, 143.
Canonkugeln haben grosse Geschwindigkeit 56, 46.
Cartesius irret in Ausmessung der lebendigen Kräfte 83, 69 seq.
" irret mit seiner gleichvielen Bewegung 102, 96.
" seine Meinung vom Zusammenhangen der Cörper 191, 214.
" seine Meinung vom Maguet 422, 505.
" bestimt den Winckel, unter welchem man Regenbogenfarben siehet 547, 675.
Cartesius, was er von der Ebbe und Fluth geurtheilet, wird verworffen 656, 813.
Cartesianer ihr Einwurff wegen Verdoppelung der Kräfte wird beantwortet 92, 86.
Cartesianischer Sonnenwirbel wird verworffen 645,
Cartesianischer Teuffel 324, 404.
" " dessen Structur 324, 404.
" " Experiment damit 324, 404.
" " desselben Bewegung hat mit den Fischen grosse Aenlichkeit 324, 406.
" " mit den gläsernen Küchelgen 325, 406.
Caßini seine Verhältniß des Sonnen-Diametri zum Erd-Diameter 579, 707.
" zeiget die Verhältnis der Diametrorum der Pole und des Æquatoris in dem Jupiter 608, 736.
" observiret daß Saturnus und Jupiter nahe bey dem Mond länglicht 622, 789.
" seine Observation von den Trabanten des Jupiters 642, 752.

Centralkräfte was man dadurch verstehet 104, 98. 99.
» bringen eine krumlinigte Bewegung hervor 105, 99.
» wie sie auszumessen 107, 100.
Choroidea tunica im Auge 690, 849.
Chylus wie er gemacht wird 674, 831.
» wie er zu Blut wird 675, 832.
Circul wie sie auf dem Wasser entstehen 157, 167.
» warum er in einem mit Wasser angefülltem Glasse eliptisch siehet 453, 580.
Circul in durchschnittenen Bäumen warum sie eccentrisch 670, 826.
Citronenschale ist voller Höhlen, darinnen das Oehl ist 660, 817.
Cörper was er ist 3, 3.
» besitzet eine bewegende Kraft 3, 3.
» hat eine Figur und Ausdehnung 4, 3.
» dessen Theile lassen sich von einander absondern 6, 6.
» wie weit die Natur denselben zertheilet 8, 9.
» sind ohne Ende theilbar 9, 10.
» in ihnen sind leere Räumlein 15, 15. 16.
» seine Veränderungen geschehen durch die Bewegung 16, 17.
» wie er vergrössert und verkleinert wird 16, 16.
» hat eine Kraft 18, 18.
» ist in steter Bemühung sich zu bewegen 19, 18.
» würcket beständig nach allen Gegenden 38, 33.
» wie einer dem andern die Bewegung mittheilet 39, 33.
» der würckende verlieret etwas von seiner Bewegung 40, 34.
» wie man seine Geschwindigkeit bestimmet 42, 36.
» seine Würckung geschiehet allemahl nach einer Perpendicularlinie 52, 43.
» fallen im luftleeren Raume gleichgeschwinde 57, 47.
» wenn ein grösserer an einen kleinern stösset, was da erfolgt 87, 76.
» wenn sie in der Bewegung um einander beharren 108, 101.
» wie er sich bewegt, wenn er nicht verhindert wird 119, 115.
» sind alle schwer 119, 115.

Cörper wenn er stille liegt 122, 117.
" wenn er fallen muß 122, 117.
" wie sie in die Höhe steigen 138, 142.
" steigt so hoch als er gefallen 139, 143.
" wie groß ihre Geschwindigkeit auf schief liegenden Flächen 151, 160.
" ie schwerer er ist, desto leichter fällt er zu Boden 170, 184.
" wie groß die Kraft, mit welcher er zu Boden fällt 170, 184.
" die gantzen können von leichter Art seyn, obgleich die Theile von schwerer Art 178, 193.
" beschweren im Fallen nicht 182, 198.
" die mit der flüßigen Materie gleiche Schwere haben, ihre Eigenschaften 185, 204.
" wie er zu erhalten 185, 204.
" wenn sie zusammenhangen 186, 206.
" wie die Schwere seiner Theilgen bestimmet werden 198, 220.
" ob sie einander anziehen ohne daß sie sich berühren 239, 279.
" alle haben Zwischenräumlein 242, 282.
" einerley können verschiedenen verschieden scheinen 245, 283.
" können durch Reiben warm werden 249, 291.
" sind im Winter von schwererer Art als im Sommer 256, 301.
" schwellen von der Wärme auf, und kriechen von der Kälte zusammen 258, 303.
" wie sie von der Hitze zerspringen 267, 313.
" einige halten warm 272, 320.
" dessen Zittern wie es zugehet 331, 412.
" bringt den Schall durch zitternde Bewegung hervor 331, 412.
" welche die geschicktesten einen Schall hervor zu bringen 331, 412.
" warum einer andre Farben hat als der andere 492, 618.
" welche schwartz 494, 619.
" schwartze werden wärmer als weiße 496, 621.
" welche glüend werden 504, 627.
" von ungleichem Gewicht und Grösse werden nicht in allen flüßigen Materien gleich schwer befunden 162, 172.
Cörper welche elastisch 67, 55.
" ob es vollkommene elastische giebt. ibid.

die elastischen verwechseln ihre Geschwindigkeit 73, 61.
Cörper elastische bey ihnen ist die Summe der Kräfte vor und nach dem Stosse gleich 75, 62.
werden reflectiret 80, 66.
ihre Figur 237, 273.
wenn er nicht elastisch verursacht keinen Schall 331, 412.
Cörper der fallenden ihre Kräfte wem sie proportional 136, 139.
ein flüßiger was er ist 146, 152.
der flüßigen ihr Druck wie er sich verhält 251, 295.
die flüßigen haben eine runde Figur 193, 216.
hangen leicht zusammen 190, 212.
gestossene bewegen sich gegen den Stoß 32, 25.
harte 67, 55.
vollkommen harte giebt es nicht 67, 55.
die harten werden reflectiret 80, 66.
die kleinen haben in Ansehung ihrer Masse eine grössere Oberfläche als ein grösserer 277, 328.
werden eher kalt als die grossen 279, 329.
ein kleiner theilet dem grossen die Bewegung mit 90, 81.
klingender was darinnen vor eine Bewegung 332, 414.
ein langsam bewegter widerstehet dem, der sich geschwinder bewegen will 89, 80.
von leichterer Art 158, 168.
ein leichter wie tief er sich eintauchen muß 172, 186.
die leichtern verlieren in flüßiger Materie mehr von ihrer Schwere als die schwereren 169, 183.
der leichten ihre Kraft, mit welcher sie in die Höhe steigen 174, 189.
der leichten Bewegung wie sie beym Heraussteigen aus der flüßigen Materie beschaffen 176, 192.
die ruhenden haben eine Geschwindigkeit und Richtung 22, 19.
wenn einer an einen ruhenden stösset was denn geschiehet 71, 60.
von schwererer Art was sie sind 158, 168.
wie sie es werden 179, 194.

Cörper schwerer, verliert in der flüßigen Materie einen Theil seiner Schwere 160, 170.
= ihre Geschwindigkeiten wie sie sich verhalten 70, 59.
= ihr Fall 132, 135.
= ein schwerer wird von leichterer Art, und wenn 181, 197.
= die schwerern beschweren die flüßige Materie nicht so starck als leichtere 182, 198.
= wie fern sie auf flüßigen schwimmen 184, 201.
= haben mehr berührungspuncte als die leichten 197, 220.
= werden heisser als die leichten 268, 314.
= wenn es geschicht 270, 316.
= bleiben länger warm als die leichtern 272, 320.
= weicher 67, 55.
Cörper der weichen Regeln ihre Bewegung 93, 87.
= die weichen hangen leicht zusammen 190, 210
= die zerbrechlichen 228, 276.
Comet der 1681 erschienen, dessen periodischen Umlauf determiniret Neuton und Halley astronomisch 644, 791.
Cometen werden beschrieben 643, 790.
Cometen ihre Bewegung um die Sonne 643, 790.
= warum sie nur bisweilen erscheinen ibid.
= ihre eigentliche Beschaffenheit 644, 791.
= ihr Schwantz stehet allezeit der Sonne gegen über 634, 776.
Convulsionen, an denen sterben die Thiere in einen luftleeren Raume 323, 402.
Copernicus statuiret nur 6 Hauptplaneten 399, 496.
= ist der Auctor des Erdlaufs 602, 716.
Copernicanische Bewegung der Planeten ist sehr ordentlich 628, 760.
Copernicanischer Weltbau 627 758.
Cornea tunica im Auge 690, 849.
Corpus specifice gravius et levius 158, 168.
Creaturen ob lebendige in den Planeten 633, 772.
= ob es Menschen seyn können 633, 773.

D.

Dampf entzündet sich 407, 506.
= zersprenget ein verstopftes Glas ibid.
= ent-

entzündet in den Englischen Kohlgruben 411, 580.
Dampf der Holzkohlen ist ein tödtlicher Gift 397, 492.
tödtet die Jenaischen Teuffelsbeschwerer 397, 492.
Dampf der Steinkohlen ist nicht so schädlich als der Holzkohlen 397, 493.
beym Hallischen Saltzsieden eher gesund als schädlich 397, 493.
Dampfkugel wird beschrieben 516, 641.
Dampier seine observationes vom beständigen Winde in Zona torrida 520, 644.
Declination des Magnets 423, 526.
ist veränderlich 423, 526.
Demant 412, 511.
Demantgruben ausgeleerte wachsen wieder nach 412, 511.
Derham erzehlet vom starcken Zuflus des Wassers unter der Erden 153, 161.
Dichtigkeit der Luft nimt mit der Höhe ab 287, 338.
Dünsteiner Brunnen hält häufig Saltz 406, 504.
Direction 21, 18.
Donner wie er entsteht 565, 688.
sein Rollen 566, 690.
ist ein vielfaches Echo ibid.
warum er Menschen erschlägt 570, 696.
Donnerwetter wie es einschlägt 569, 694.
wie man sich dafür hüten kan 571, 698.
dessen Nutzen 572, 699.
Druck was er ist 26, 22.
wie die Gewalt desselben zu bestimmen 63, 52.
Druck der flüßigen Materie wird bestimmet 151, 158.
Druck der Luft wie er auszurechnen 291, 343.
warum man ihn nicht fühlet 299, 357.
Ducaten fällt im lustleeren Raum so geschwinde als eine Pflaumfeder 57, 47.
Ductus Cysticus 673, 830.
Ductus thoracicus durch denselben wird der Chylus mit dem Blut vermischt 675, 832.
Dünste wie sie aufsteigen 366, 455.

Dünste sind schwerer als die Luft 368, 459.
» wie sie in die Höhe steigen 368, 459.
» bewegen sich gegen den kältern Ort 369, 462.
» wie sie sichtbar werden 528, 651.
» entzündete aus der Erden hervorzubringen 408, 506.
» schwefelichte, was sie in der Luft verursachen 562, 686.
Dunckelheit weiter Sachen, woher sie kommt 437, 564.
Durchsichtig kein Cörper ist vollkommen so 440, 568.
Durchsichtiger Cörper 439, 566.
Durchsichtigkeit, worin sie bestehet ibid.
» deren Ursach 496, 621.

E.

Ebbe und Fluth was sie sind 650, 806.
» haben von der anziehenden Kraft der Sonne und Mond ihren Ursprung ibid.
» wie sie entstehen ibid.
» werden erwiesen 650, 806.
» ist allezeit auf der Erde an zwey einander entgegen gesetzten Orten 650, 808.
» ist binnen fünf und zwantzig Stunden zweymal 651, 808.
» wird durch die Lagen des Landes verändert 655, 811.
» deren Theorie hat Kepler erfunden 656, 812.
» und Newton völlig ausgeführt ibid.
» in welchen Flüssen und aus welcher Ursach sie observiret wird 607, 735.
Echo Grund davon 350, 433.
» wie es entstehet 354, 439.
» entstehet nie auf plattem Lande ibid.
» was vor eine Weite dazu erfordert wird 355, 439.
» vielfaches wie es entstehet 354, 439.
Edelgesteine 412, 511.
» woher ihre Farbe entstehet ibid.
» sie wachsen ibid.
Elasticität 67, 55.
» hat ihre Grade ibid.
» eines Cörpers ist der zusammendrückenden Kraft gleich 309, 374.

Elasticität der Luft wird bestätigt 305, 367.
» wird durch Wärme vermehret 307,
» ist ihrer Schwere gleich 288, 339.
» wird durch compression vermehrt 309, 374.
» wird in einer gläsernen Fontaine durch Blasen vermehret 311, 378.
» wird in einem metallenen Cylinder durch die Luftpumpe vermehret 311, 378.
» bestehet in einer beständigen Bemühung ihrer Theilgen sich von einander zu entfernen 312, 380.
» nimt in der Verhältniß zu, wie ihre Entfernung abnimt 312, 380.
» von gleich dichter Luft in Gefässen von verschiedener Grösse ist einander gleich 314, 385.
Elastischer Cörper 67, 55.
» ob es vollkommen harte giebt 67, 55.
» Eigenschaften derselben 69, 57.
» verwechseln ihre Geschwindigkeit 73, 61.
» wenn sie zurück springen 77, 64.
» werden reflectiret 80, 66.
» wie ihre Structur beschaffen 373, 465.
Electricität was sie ist 426, 538.
» Ursach derselben 431, 553.
» rührt nicht vom Druck der Luft her 430, 550.
» befindet sich nicht in den Metallen 427, 540.
Electricität der Cörper was sie ist 426, 538.
Electricität des Glases besondre Ursach davon 428, 541.
» das Glas hat unter allen die gröste Electricität 428, 541.
» die Experimente damit lassen sich bey einer grossen Menge Zuschauer nicht wol anstellen 426, 540.
» die deutschen haben den Anfang mit diesen Experimenten gemacht 429, 543.
» durch Berührung eines electrischen Cörpers wird ein anderer electrisch 429, 542. 546.
» gehet besser von statten bey heitrer Luft, als wenn ein Nordwind wehet 426, 546.

Electricität gläserne Kugel oder Röhre schickt sich am besten zur Electrificirung der Cörper 429, 542.
" gläserne Kugel wird vermittelst eines Schwungrades herumgedrehet 429, 543.
" nicht alle Cörper werden electrisch 429, 542.
" Otto von Guericke stellt dieselbe mit einer Schwefelkugel an 429, 543.
" um die herumgedrehete Kugel ist eine Bewegung wie von einem Winde 429, 544.
" verrichtet nicht nur in den äussern, sondern auch in den innern Theilen des Menschen ihre Wirckung 429, 549.
" Untersuchung der Ursachen 430, 550.
" falsche Ursachen 431, 553.
" wie die Cörper electrificirt werden 429, 542.
Electrisch, das weisse und durchsichtige Glas, sonderlich Venetianische ist dazu geschickter als das andere 426, 539.
" das aus Bley und Spießglase verfertigte Glas ibid.
" Funcken reflectiren, wie andere electrische Cörper 429, 548.
" was geschichet, wenn man einen Magneten daran hält 429, 547.
" Wirckung hievon ist einer Zauberey ähnlich ibid.
" wie man einen Menschen electrisch macht 429, 544.
" aus einem electrificirten Menschen und dem, der ihn anrührt, fahren Funcken mit einem Geprassel heraus ibid.
" Kuß solcher Personen 429, 545.
" Finger desselben steckt den Spiritum Vini oder ein distillirtes Oel an ibid.
" Fuß desselben ist, wie eingeschlafen, wenn man ein Schnupftuch daran hält ibid.
Electrificirung der Cörper 429, 23.
Elemente warum die Alten gesagt, sie seyn nicht schwer 185, 204.
Ellipsis was sie ist 113, 106.
Elliptische Bewegung ist nicht gleichförmig 114, 107.
Eis warum es leichter als Wasser 374, 466.
" warum es schwimmet ibid.

Eis wird von der eingeschlossenen Luft zersprenget 376, 468.
Eis dünstet aus 377, 468.
Eisen ziehet den Magnet und der Magnet das Eisen an sich 37, 30.
Eisen versunckenes aus dem Wasser zu heben 181, 197.
Eisen nimt das Queckſilber nicht an 105, 99.
Eisen warum sichs verbrennen läst 201, 226.
Eisen aus ihm wird kein Amalgama ibid.
Eisen im siedenden Wasser wird es kalt 245, 283.
Eisen wird aber in der Hand darauf sehr heiß ibid.
Eisen wird erklärt 246, 286.
Eisenvitriol in den Gesundbrunnen 406, 504.
Empedoclis falscher Begrif von dem Lichtstrahl 440, 568.
Empfindung ist eine zitternde Bewegung der Nervenhaut, die ihrer Elasticität zuzuschreiben 688, 844.
Empfindung auf jede in einem Cörper folgt eine proportionale Bewegung 685, 841.
Empfindung geschiehet vermittelst der Häutlein des Nervens 688, 844.
Empfindung was bey denselben vor eine Bewegung in der Nervenhaut vorgehet 688, 844.
Engelländer hielten die Erde eingedruckt unter den Polen 604, 728.
Epiglottis ihr Nutze 671, 827.
Erdboden der gantze ist nicht schwer .obgleich seine Theile 124, 120.
Erdboden was Augustinus und Lactantius davon geglaubt 124, 120.
Erdbeben dessen Ursprung 410, 508.
Erdbeben dessen Knallen und Brüllen 410, 508.
Erdbeben kann mit der Zeit algemeiner werden ibid.
Erde was man dadurch verstehet 380, 472.
Erde ihre Schichten (striæ) kommen von der Sündfluth 384, 476.
Erde und von Uberschwemmungen ibid.
Erde bewegt sich um die Sonne 601, 725.
Erde drehet sich um ihre Achse 602, 726.
Erde ist rund wird bewiesen 603, 727.
Erde ist beynahe kugelrund 694, 728.

Erde ist unter den Polen nach der Engelländer Meinung eingedruckt 604, 728.
» nach der Frantzosen unter der Linie eingedruckt ibid.
» hat eine sphäroidische Figur und warum 605, 730.
» muß vormahls ein flüßiger Cörper gewesen seyn 607, 735.
» wie viel sie unter der Linie erhabner als unter den Polen ibid.
» Zweifel wider ihr Umdrehen 609, 737.
» die Einwürfe wider ihre Bewegung werden gehoben 610, 739.
» ihre jährliche Bewegung 611, 741.
» wie sie im Monde aussiehet 617, 747.
» ist im Saturno gar nicht zu sehen ibid.
» ist ein Planete 633, 772.
» bedarf wegen ihrer Entfernung von der Sonne eines Mondes 634, 776.
» bekomt durch die Wirckung des Monds eine Ovalfigur 651, 808.
Erdboden ist um der lebendigen Creaturen willen 658, 814.
Erfahren, was es heisse 2, 2.
Erhitzte Luft hat grosse Gewalt 264, 310.
» Exempel davon 265, 310.
Erzeugung der Menschen 692, 851.
Experimente machen wird erklärt 2, 2.
Ey ist ein Cörper, welcher mit gewisser flüßigen Materie einerley Schwere hat 185, 204.

F.

Fall der schweren Cörper ist eine gleichförmig beschleunigte Bewegung 130, 130.
» wie er beschaffen 132, 133.
Fallender Cörper Eigenschaft 133, 137.
» ihr Verhältniß 134, 138.
» ihre Kräfte 136, 139.
Farben, in jeden Sonnenstrahl sind sieben 477, 607.
» werden nicht von dem Prismate hervorgebracht 478, 608.
» haben Eigenschaften des Lichts 481, 610.
» ihre Frangibilität ist verschieden 483, 612.
» durch die Lehre davon werden verschiedene Experimente aufgelöset 498, 623.

Farben entſtehen durch Vermiſchung flüßiger Cörper 500, 624.
» wie verſchiedene an einem Cörper zugleich 501, 626.
» wie ſie durch Refraction des Sonnenlichts in Waſſerkugeln entſtehen 554, 687
» woher ihre Mannigfaltigkeit 494, 619.
» eines Körpers, Urſache davon 491 617.
» des Regenbogens unter welchem Winckel man ſie ſiehet 547, 674.
» die ſchwartze beſtehet in einem Mangel des Lichts 494, 619.
» weiſſe, woraus ſie beſtehet 479, 609.
» zuſammengeſetzte 493, 628.
Farbenclavecymbel 503, 627.
Farbigte Strahlen ihre Refrangibilität 488. 615.
Fay (du) erzeugter Magnet 417, 517.
» machet einen Menſchen electriſch 429, 542
» deſſelben Obſervationen vom Thau 541, 668.
Feder ſtählerne wie weit ſie ſich ausdehnet, wenn man ſie geſchwinde losläſſet 327, 407.
Fenſter woher ſie von innen gefriren 534, 658.
Feilſpäne ſchwimmen auf dem Waſſer 284, 208.
» ſchwimmen beſſer auf kalten als auf warmen Waſſer ibid.
Feuer trennet das zuſammenhangen 192, 215.
» was es iſt und ſein Nutzen 240, 280.
» hat ſein Geſetze 241, 282.
» ſeine Theile ſind rund 293, 283.
» iſt leichter als alle Cörper 244, 287
» gehet aus dem warmen in den kalten Cörper 245, 285.
» dringet häufiger in ſchwere als leichte Cörper 247, 288.
» ſeine Gewalt wird mathematiſch bewieſen 651, 808.
» aus dem Backofen gelaufenes in Breslau 265, 310.
» zerſchmeltzet und calcinirt die Cörper 266, 312.
» verbrent keinen Cörper, durch den es geſchwinde durchfähret 271, 318.
» ob man es wägen kann 276, 325.
» dringet wegen ſehr ſubtiler Theile faſt durch alles 321, 399.
» unterirdiſches 409, 507.
Feuerſpeiende Berge ibid.

Feuertheilgen, wie gros sie seyn 175, 191.
» sind rund 242, 283.
Figur was sie sey 4, 3.
» der flüßigen Cörper ist rund 193 u. 194, 216 u. 217.
Fische wie sie schwimmen 180, 195.
» einige haben keine Blase ibid.
» versteinte in dem Eislebischen Kupferschiefer 389, 479.
» sterben im luftleeren Raume schwerlich warum 323, 402.
» schwimmen im luftleeren Raume gleich auf dem Rücken ibid.
Fixsterne werden beschrieben 646, 800.
» sind Sonnen 647, 800.
ihre besondere Bewegung 648, 803.
Fläche auf einer schief liegenden wie die Cörper fallen 135, 138.
Flamme, rothe, blaue, weisse des Brandteweins Experiment damit 502, 626.
» verlöscht im luftleeren Raume 505, 628.
» warum sie im Wasser verlöscht 506, 629.
» warum sie von der Erde gedämpft wird ibid.
» im luftleeren Raum 507, 630.
» bestehet aus Funcken 508, 632.
» woher ihre spitzige Figur 509, 633.
» ist desto grösser, je grösser die Oberfläche des erhitzten Cörpers 511, 636.
Flamme des Blitzens kann entstehen durch Vermischung verschiedener Ausdünstungen 564, 687.
Flammstädt observiret, daß Saturnus die Bewegung der Jupiters Trabanten verändert 637, 778.
» observiret den grösten und kleinsten Diameter der Sonnen 638, 782.
Fleisch warum im faulenden Würme und Maden zu seyn pflegen 693, 852.
Fliegen wie sie an der Decke kriechen können 5, 5.
Fliegentatze wie sie durchs Vergrösserungs-Glas erscheint 5, 5.
Flüsse Ursach ihrer Bewegung 861, 448.
» wenn sie zu rauchen anfangen 369, 462.
» in welchen Ebbe und Fluth wahrgenommen wird 617, 813.
Flüßiger Cörper ihr Druck, wie ihre Verhältnis beschaffen 151, 158.

ihre Figur ist rund 193, 216.
warum sie sich in Tropfen zertheilen lassen 194, 217.
Flüßige Materien, wie sich ihre Geschwindigkeiten verhalten 147, 153.
stehen in gleich weiten Röhren gleich hoch 148, 154.
auch in ungleich weiten 149, 155.
auch in schiefen 153, 163.
wie durch wenige grosse Gewichte zu heben 150, 156.
haben eine horizontale Oberfläche 154, 163.
besitzen eine Kraft nach allen Gegenden gleich starck zu drücken 154, 163.
ihr Druck wird bestimt 155, 165.
von leichter Art, wie sie mit den von schwerer Art die Wage halten 159, 168.
in denselben verlieren schwere Cörper etwas von ihrer Schwere 162 u. 163, 172 u. 173.
wie ihre Schwere zu entdecken 164, 175.
wie viel sie schwerer werden 165, 176.
wenn sie einen Cörper zerdrücken und nicht zerdrücken 166, 278.
wenn schwere darinnen nicht untersincken 167, 180.
Flüßige Materie, ihre Schwere zu entdecken dienen die Aræometra 172, 186.
wie starck sie von einem leichten Cörper beschweret wird 173, 189.
von schwerer Art sincken in denen von leichterer Art, wenn sie sich nicht vermischen 183, 200.
hangen mit schweren Cörpern stärcker zusammen als ihre Theilchen 200, 201. 223, 226.
je flüßiger sie ist, desto festeres Zusammenhangen verursacht sie 204, 230.
steigen an einigen Cörpern in die Höhe 207, 238.
wie sich ihre Höhen in Haar-Röhrchen verhalten 217, 251.
warum 218, 253.
warum eine höher steigt als die andere 219, 220. 254, 256.
hangen nicht so starck an einem festen Cörper, als ihre Theile unter sich zusammenhangen 223, 258.

Flüßige Materie, ihre Zähigkeit 235, 871.
» wie sich in dieselbe Buchstaben schreiben lassen 405, 503.
Find Robert hat Irwische erhascht und befunden was sie sind 575, 702
Fluth haben die antipodes zugleich mit uns 650, 806.
» richtet sich nach der Bewegung des Mondes 651, 808.
» ist grösser, wenn der Mond der Erde nahe, als wenn er ferne ist 652, 808.
» ist desto stärcker, je näher der Mond dem Æquatori 631, 809.
» warum sie im Neu und Vollmonde zunehmen muß 654, 809.
» warum in den Mondviertheiln am schwächsten 654, 809.
» warum die höchste erst 3 Tage nach dem Neu und Vollmonde erfolgt 654, 809.
» dazu kann der Wind vieles beytragen ibid.
» äussert sich am meisten in Weltmeere zwischen den tropicis 655, 811.
» warum man keine in der Nord See wahrnimt, ibid.
» warum man sie nicht im Mittelländischen Meer, im Ponto Euxino und Caspischen Meer wahrnimt ibid.
In force 55, 45.
Fortpflantzung der Thiere geschieht nicht durch Faulniß 693, 852.
Frantzosen, hielten die Erde vor eingedruckt unser der Linie 604, 728.
Frauen Glasscheibchen verwandeln Licht in Farben 490, 616.
Frösche sterben im lufftleeren Raume schwerlich, warum 323, 402.
» platzen bisweilen von der Ausdehnung 323, 402.
Frühlings Anfang 629, 765.
Fürsten-Brun bey Jena versteinert 388, 479.
Funcken an denen Katzen, wenn man sie im finstern streicht 574, 701
» von Stahl und Stein was sie sind? 508, 632.

G

Gähren wie es zugeht 396, 491.
Galenus gedenckt eines süssen Thaues 544, 671.
Galle wird in der Leber vom Blut geschieden 673, 830.

Galle wie sie nach Proportion der Speise in den Magen gebracht wird 673, 830.
* vereinigt Fett und wässerigte Theile wie die Seiffe ibid.
Gallen Bläse ibid.
* ihre Lage ibid.
Gefrieren des Wassers, woher es komt 370, 461
* der Feuster von innen 534, 655.
Gehör 689, 848.
* wie dessen Empfindung zugeht. 689, 848.
Gerstens Observation vom Thau 541, 668.
Geschwindigkeit was sie ist 21, 18.
Geschwindigkeit eines ruhenden Cörpers ist das Element von der Geschwindigkeit eines wircklich bewegten 22, 19.
* der Cörper wie sie zu bestimmen 42, 43. 44. 36, 37.
* verhalten sich umgekehrt wie die Zeiten wenn die Räume gleich sind 42, 36.
* des Schalles 233, 270.
Gesetz der Bewegung wird bestätiget 169, 183.
Gesundbrunnen, Dünsteiner, Lauchstädter, Sedlitzer 406, 504.
* Wasser färbt sich von Gall-Aepfeln ibid.
Gewalt des Cörpers wird erklärt 55, 42. 45, 36.
* worauf es dabey ankömmt 56, 46.
* ob es bey ihr auf die Figur des Cörpers ankömmt 137, 141.
Gewichte sind den Massen proportional 58, 48.
Glandulae darinnen geschieht secretio 681, 837.
Gläser platte, warum sie Sachen vorstellen wie sie sind 455, 582.
* geschliffene 456, 582.
* achtschuhigte, wie es zu verstehen 456, 582.
* gantz convexe haben den Brennpunckt in der Höhe des Diameters 464, 589.
* welche vergrössern 469, 594.
* welche am stärcksten vergrössern. 466, 591.
Glas an dasselbe hängt sich Zinn und Queckssilber 223, 258.
* wie es gefärbet wird 412, 511.
* ist electrisch 410, 515.

Digitized by Google

Glas converes vereinigt die parallel einfallenden Strahlen in einem Punckte 457, 583.
» vieleckigtes stellet die objecta vielfältig vor 468, 593.
» giebt eine blaue Flamme, wenn es lustleer gerieben wird 507, 630.
Glastropfen 238, 276.
» wie sie zerspringen 287, 338.
Glas zerschreyen wie es zugeht 346, 430.
Gleichgewicht was es sey 59, 49.
» in demselben sind die Kräfte einander gleich ibid.
» in demselben sind die Masse den Geschwindigkeiten reciproce proportional 62, 51.
Glieder, in einer Proportion ist das Product der äussersten gleich dem Product der innersten 310, 375.
» erfrorne wie man sie aufthaut 379, 469.
Glocke, wie starck sie an die Luft-Pumpe gedruckt wird 291, 343.
» wird von der Luft nicht gedruckt und warum 300, 358.
Glöckgen giebt im lustleren Raum keinen Schall 328, 410.
Gold, wie subtil es sich theilen läst 7, 7.
» ist durch langes Reiben zu Oehl worden 146, 152.
» hat die kleinesten Zwischenräumgen 315, 386.
» werden erwiesen ibid.
» hat mehr Zwischenräumgen als Theilchen ibid.
» wie viel mal schwerer es als die Luft ist ibid.
» wird aufgelöst in Aqua Regis 400, 497.
» wird bey dem Vergulden in die zärtesten Theile versetzet.

Goldmacher Geheimnis soll im Vitriol stecken 344, 428.
Grimaldus observiret zuerst die inflexion des Lichts 431, 553.
Grösse wird erkläret 55, 45.
Guericke (Otto von) ist der Erfinder der Lustpumpe 283, 333.
» wird Monsieur Magdebourg genennet ibid.
» dessen Versuch mit den Hohlkugeln 392, 483.

H.

Haar, dessen Schatten ist sehr breit und warum 442, 570.
Haare warum sich im Winter der Reiff daran setzet 536, 659.

Haarröhrgen in dieselben steigt das Wasser von selbst 214, 249.
* ob die Luft oder die Himmelsluft desselben Ursach 215, 250.
* auch Qveckſilber steigt darinnen in die Höhe 216, 251.
* Nutzen des Aufsteigens darinnen in der Medicin 221, 256.
* in welche das Qveckſilber nicht hinein steigt 224, 258.
Haare hat ihre Grade 67, 55.
Hagel 358, 443.
* woher seine gewaltsame Würckung 538, 664.
* warum er im Sommer fält 539, 666.
* verursacht daß der Schatten in der Sonnen Uhr zurückgehet 546, 671.
Halbkugeln, Versuch damit 292, 346.
Hales, Experiment von Ausdämpfung einer Sonnenblume 664, 821.
* rechnet die Oberfläche an den Blättern und Wurtzeln einer Sonnenwende 665, 823.
* bestimmet die Verhältnis der Geschwindigkeit der ausdünstenden Dämpfe zur Geschwindigkeit des Wassers, das in die Wurtzeln dringt 665, 828.
* ingleichen die Geschwindigkeit der Bewegung des Safts in den Saftröhrgen ibid.
Halley, seine Meinung von der Declination des Magnets 423, 526.
* Observation vom beständigen Winde in Zona torrida 520, 644.
* determinirt den periodischen Umlauf des im Jahr 1621 erschienenen Cometen durch astronomische Rechnung 644, 791.
Hamberger hat die Regeln der Anziehung und Zusammenhangung der Cörper untersucht 239, 279.
Hambergers Observation von der Proportion zusammengedruckter Luft 319, 395.
* Versuch daß das Saltz den Schnee auch wärmer machen könne 382, 473.
Hamster was bey ihm in lustleeren Raum bemercket wird
Harter Cörper 67, 55.

Harte Cörper ob vollkommen harte in der Natur 67, 55.
• werden reflectiret 80, 66.
• sind elastisch 93, 87.
Haußblase wie sie aufgelöset wird 294, 330.
Haut in der gantzen wird Feuchtigkeit vom Blute abgesondert 681, 837.
Hebel wird erklärt 60, 49.
• bey ihnen sind die Geschwindigkeiten den Entfernungen proportional 61, 50.
Heber seine Structur und Gebrauch 302, 363.
• läuft im luftleeren Raume nicht fort 303, 363.
Helmont schreibt das Donnern dem Teuffel zu 566, 690.
• seine irige Meinung vom kalten und feuchten Mondlichte 626, 756.
• Versuch daß Pflantzen nicht von der Erde ihre Nahrung haben 661, 818.
Hepar sulphuris worin es zubereitet wird 675, 832.
Herbsts Anfang 629, 765.
Hertz wie sichs bewegt, 677, 833.
• ist die Hauptursach des Umlaufs des Geblüts 677, 833.
• ist das vollkommenste Druckwerck ibid.
Hevels Observation von veränderlicher Helle des Monds 623, 752.
Heu warum es sich entzündet 544, 671.
Heyden warum sie die Sonne angebetet 240, 280.
Hitze entstehet aus Vermischung des Schweffels, Eisens und Wassers 408, 506.
Hörrohr (Tuba acustica) 351, 436.
Hoffmann Geh. R. erweiset die Erstickung der Jenischen Teuffels Beschwerer im Kohlendampf 397, 492.
Hoffmanns Spiritus flammificus 249, 291.
• in Schnee gegossen verursacht grosse Kälte 379, 469.
• Erzehlung von einem seltsamen Zufall des entzündeten balsami sulphuris zu Cellerfelde 568, 692.
Hohlgläser 467, 593.
Hohlspiegel deren Eigenschaften 475, 600.
Holtz taucht sich tiefer in Spiritum Vini als in Wasser 178, 186.

Holtz wenn es im Wasser zu Boden sincket 178, 193.
- hanget mit dem Wasser zusammen 180, 195.
- das nasse wiegt in der Luft mehr als das trockene, aber nicht im Wasser 199, 221.
Horizontal ist die Oberfläche flüßiger Materien 154, 163.
Hug nius Experiment mit Zersprengung eines Flintenlaufs durch gefrornes Wasser 375, 467.
- hält die Einwohner des Saturni sehr groß 633, 772.
Humor aqueus im Auge 691, 850.
- Crystallinus 691, 850.

J.

Impetus corporis wird erklärt 55, 45.
Inflexion des Lichts 441, 569.
Instrumente, blasende, warum sie einen Schall geben 343, 427.
Intestinum duodenum, was darinnen mit der Speise vermischet wird 673, 830.
Irrthümer geben Gelegenheit zur Wahrheit 2, 2.
Irrwische 573, 699.
- warum sie am meisten an sumpfigten Oertern 573, 699.
- warum sie einen verfolgen oder vor einen fliehen 573, 699.
Jupiter dessen Flecken 593, 718.
- drehet sich um seine Axe ibidem
- ist eine Kugel ibidem
- seine Trabanten 593, 718.
- deren Schatten 594, 719.
- ist weiter als Mars von der Sonne 595, 720.
- seine Grösse 596, 721.
- Entfernung von der Sonne ibidem
- Lauf in dem Himmel 596, 721.
- Verhältniß seines Poles und æquatoris Diametri 608, 736.
- dessen Lauf im Risse vorgestellt 628, 760.
- wenn er vier Monde hat 634, 776.
Jupiter und Saturnus sind beynahe tausendmal grösser als die Erde 633, 772.
Jupiters Trabanten, warum ihre Verfinsterung 15 Minuten länger währet, wenn Jupiter mit der Sonne an einen Orte als wenn er ihr gegen über 642, 789.

A.

Kälte macht die Cörper dichte 254, 301.
= machet das Eisen hart 257, 302.
= wird mit Versuchen bestätigt 258, 303.
= wie sie an Gebäuden ausschlägt 531, 655.
Käsemilbe, wie sie durchs Vergrösserungsglas erscheinet 5, 4.
= ist der Elephante unter den kleinern Thiergen die man durch Vergrösserungsgläser entdecket 693, 852.
Kalck hänget und hänget auch nicht an glatten Marmor 202, 227.
Kaltmachende Materie zu Wege zu bringen 379, 469.
Katzen die jungen warum sie im luftleeren Raume so schwer sterben 323, 402.
Kepler bestimmt die Höhe der Wolcken höchstens eine Viertelmeile von der Erden 526, 650.
= eignet den Planeten Lauf eine Schwere gegen die Sonne zu 621, 728.
= erfindet, daß der Planeten Lauf eine Ellipsis 638, 782.
= daß die Quadrate der Zeiten von der Planeten Umlauf sich wie die Cubi ihrer Entfernung verhalten 641, 787.
= wird bestätigt mit dem Exempel des ersten und dritten Jupiters Trapanten 642, 789.
= ist der Erfinder von der Theorie der Ebbe und Fluth 656, 812.
Kieselsteine wie sie entstehen 390, 481.
Klingender Cörper dessen Bewegung 322, 400.
Knallpulver wie es zuverfertigen 565, 688.
= dessen Würckung ibid.
Kohlendampf ist tödlich 397, 492.
Kohlengruben Englische, deren wunderb. Endzünd. 411, 510.
Kraft was sie ist 17, 17.
= bey der Bewegung gehet nicht aus einen Cörper in den andern 41, 35.
= des Cörpers wird erklärt 55, 45.
= worauf es dabey ankömmt 56, 46.
= die anziehende verursacht eine krumlinigte Bewegung 332, 414.
Kraft des Cörpers ist unendlich groß 38, 33.
Kraft, die bewegende, was sie für ein Ding sey? 18, 18.

Kraft wirckt ins springende Wasser 233, 416.
» die elastische ist der zusammendruckenden gleich 68, 57.
» die lebendige ist grösser als die todte 56, 46.
» die zurückstossende wird geläugnet 234, 278.
Kräfte sind im Gleichgewicht einander gleich 59, 49.
» ihre Beschaffenheit 85, 74.
» die lebendigen, wie ihre Ausmessung bewiesen wird 81, 69.
» der fallenden Cörper sind den Höhen, woraus sie fallen proportional 136, 139.
Krummlinichte Bewegung, erfodert mehr als eine Kraft 85, 81.
Kugel eine aus der Flinte geschossene woher ihre Gewalt komt 56, 46.
» eine aufs Wasser geschossene wird reflectiret 80, 66.
Kugeln gläserne haben den Brennpunct in 4ten Theil des Diametri 464, 589.
Kügelgen die gläsern ziehen das Wasser an sich 210, 241.
» wie sie durch das Anziehen des Wassers beweget werden 210, 241.
» bewegen sich gegen den Finger 212, 244.
» ihrer zwey bewegen sich gegen einander 213, 247.
» mit semine Lycopodii bestrichene drückt eine Grube ins Wasser 229, 265.
» lauffen gegen einander 229, 265.
» mit einer Oefnung wie Wasser hinein zu bringen 325, 406.
Kuhblumen ihres Saamens Structur 668, 825.
Kunst ihre Wercke durchs Vergrösserungsglas betrachtet werden rauch und unordentlich gefunden 12, 14.

L.

Lacrymæ vitreæ 238, 276.
» wie sie zerspringen ibid.
» wenn sie heiß gemacht werden, zerspringen sie nicht ibid.
Lactantius was er von der Figur der Erden und deren Schwere geglaubet 124, 122.
Lampen, wie ihr Brennen zugehet 510, 635.
» ewige, Vermuthung davon 512, 638.

Digitized by Google

Langellotti, ſein reiben des Goldes 446, 575.
Lanis wird angeführet 11, 12.
• deſſen Bericht von armirten und unarmirten Magnet 415, 514.
Lauchſtädt deſſen Geſundbrunnen 406, 504.
Leber darinnen wird die Galle vom Blute geſchieden 672, 830.
Leibnitz, deſſen Ausmeſſung der lebendigen Kräfte wird erwieſen 83, 69.
• ſtimt mit der Erfahrung überein 92, 86.
• deſſen Ausmeſſung läßt ſich auch bey weichen Cörper anbringen 96, 89.
Leibnitziſche Ausmeſſung der Kräfte 91, 82.
• was Hugenius ſchon vorher davon bemercket ibid.
• durch die Erfahrung bewieſen 836, 139.
• Beſchreibung der Muſic 242, 282.
Leuwenhöck angeführt 12, 14.
• deſſen Meinung von der Erzeugung iſt den wenigſten Schwürigkeiten unterworffen 692, 851.
Lens cryſtallini, ihre Figur 691, 850.
• ſtellt die Sachen hinter ihr verkehrt vor ibid.
Leuchtender Cörper 439, 566.
Leupoldiſche Univerſal-Wage deren bedienet ſich der Autor bey ſeinen Verſuchen 62, 51.
Leichter Cörper wie tief er ſich eintauchen muß 172, 186.
• Bewegung wie ſie beſchaffen beym herausſteigen aus der flüßigen Materie 176, 192.
• wie ſie in flüßigen Materien verbleiben können 177, 198.
Licht was es iſt 434, 562.
• deſſen Bewegung iſt geradelinicht 435, 562.
• Strahlen hindern einander ihre Bewegung nicht 436, 563.
• in welcher proportion es abnimmt 438. 565.
• deſſen Refraction 443, 572.
• deſſen Refraction iſt deſto ſtärcker, je dichter der Cörper iſt 448, 576.
• hat gröſſere Geſchwindigkeit in dichtern als dinnen Cörpern 447, 575.
• wird in der Luft gebrochen 451, 578.
• deſſen Verſtärckung durchs Brennglas 459, 586.

Licht, das farbigte wie es Cörper erleuchtet 482, 611.
, wird von Frauen Glasscheibichen in Farben verwandelt 490, 616.
, verlöscht in einen ausgepumpten recipienten 505, 628.
, blaues wird durch Reibung gläserner Röhren hervorgebracht 507, 630.
, dessen Refraction in Kugeln 546, 672.
Licht braucht bey nahe acht Minuten, ehe es von der Sonne auf die Erde komt 642, 789.
Lichter wie es mit ihren Brennen zu geht 410, 508.
, warum sie umgekehrt auslöschen ibid.
Licht Strahlen, wie subtil sie sind 6, 6.
Linie welche auf der Kugel Perpendicular steht 119,
Linscholts bericht von Ostindischen Demant-Gruben 412, 511.
Lion (Hieronymus Abts) Observation vom Blitzen 567, 691.
Louville observirt den Blitz im Monden 623, 752.
Luft, wie klein ihr Wiederstand, gegen des Queckssilbers und des Wassers seinen 15, 15.
, wird von der Wärme starck ausgedehnt 265, 310.
, ist ein elastischer Cörper 69, 57.
, erhitzte hat grosse Gewalt 264, 265.
, ist ein flüßiger Cörper 281, 332.
Luft, man hat sie erst im vorigen Jahrhundert besser kennen lernen 282, 333.
, läßt sich zusammen drücken 284, 335.
, ist elastisch 285, 336.
, ist schwer 286, 336.
, ihre Dichtigkeit nimt mit der Höhe ab 287, 338.
, ihre Elasticität ist ihrer Schwere gleich 288, 339.
, wie sie ausgepumpet wird 289 339.
, ob ein Gefäß gantz von Luft ausgeleeret werden kan 290, 341.
, wie ihr Druck auszurechnen 291, 343.
, trägt einen Theil der Schwere der Cörper 296, 359.
, läßt sich abwägen 297, 298. 359, 355.
, ist elastisch 305, 367.
, deren elasticität vermehrt die Compression 309, 374.
, durch Queckssilber in einer gläsernen Röhre comprimirt 310, 375.

Luft nach welcher Proportion sie zusammengedruckt wird 310, 375.
der zusammen gedruckten Raum steht in verkehrter Proportion mit den zusammen drückenden Kräften 310, 375.
» ihrer Zwischenräumgen Anzahl wie groß sie sey 315, 386.
» wie vielmal mehr Zwischenräumgen als Theilchen sie hat 315, 386.
» ihre Theilchen berühren einander nicht 315, 386.
» hangen nicht mercklich zusammen ibid.
» können nicht wegen ihres Zusammenhangs anderer Cörper Bewegung wiederstehn ibid.
» wiedersteht bloß wegen ihrer Materie 315, 386.
» dringet durch das Holtz 316, 390.
» ihre Theilchen wie groß sie sind 317, 391.
» wie groß der Diameter eines einigen ihrer Theilchen ist 317, 391.
» deren Druck treibt Wasser und Queckſilber in die Zwischenräumgen des Holtzes 318, 393.
» begiebt sich in die Zwischenräumgen der groben flüßigen Materien 319, 395.
» in den Zwischenräumgen der flüßigen Materien 319, 395.
» warum sie leichter aus warmen als kalten Wasser steigen 319, 395.
» warum sie in den Wasser in die Höhe steigt 319, 395.
Luft, warum sie sich in den warmen geschwinder als kalten Wasser bewegt 319, 395.
» ihre Bewegung hat stärckern Wiederstand in kalten als warmen Wasser 319, 395.
» in den Zwischenräumgen flüßiger Materie dehnt sich aus, wenn die äussere weggenommen wird 319, 395.
» warum sie geschwinder in Spiritum vini als Wasser dringt 320, 398.
» nur ein gewisser Theil davon vermischt sich mit flüßiger Materie 320, 398.
» in festen Cörpern 321, 399.
» warum sie in vieler Cörper Zwischenräumgen nicht dringen kan 321, 399.

, geht aus den Zwischenräumgen des frierenden Wassers 372, 464.
Luftblasen steigen aus kalten und warmen Wasser unter einen evacuirten Recipienten 319, 395.
, warum sie im Eise anzutreffen 372, 464.
Luftlöcher, warum sie in Brodte 321, 399.
, verborgene in festen Cörpern wie sie sichtb. zu machen 422, 400.
, in Früchten ibid.
, wie sie in die leeren Zwischenräumgen des Holtzes Wasser hinein treibet 322, 400.
, wie sie Wasser in einen ausgepumpten Apfel treibt 322, 400.
, im Blute schwellet die Adern unter einen leeren Recipienten auf 323, 402.
, Experiment davon mit einem Canmichen 323, 402.
, deren Zittern woher es rührt 532, 656.
Luftblasen die Menge in warmer Milch und Bluke 319, 395.
Luft wie sie in Blut, Milch und Urin, komt 320, 398.
, des Mariotte Versuch, wie sie sich mit flüßigen Materien vermischt 320, 398.
Luftblase auf der Oberfläche einer flüßigen Materie 365, 454.
Lufterscheinungen 598, 722.
Luftleerer Raum darinnen sterben die Thiere 323, 402.
, und zwar an convulsionen ibid.
, darinnen blasen die Hamster die Backen auf ibid.
Luftleerer Raum, darinnen sterben die Vögel eher als die vierfüßigen Thiere 323, 402.
, darinnen sterben junge Katzen sehr schwerlich 323, 402.
, darinnen sterben Frösche sehr schwer, warum? 323, 402.
, darinnen platzen Frösche bisweilen 323, 402.
, darinnen schwimmen Fische auf dem Rücken ibid.
, darinnen giebt ein Glöckgen keinen Schall 328, 410.
Luftröhre warum sie einen Schall giebt 348, 438.
Luftröhren in den Pflantzen erwiesen 659, 816.
Luftpumpe ihre Erfindung 283, 333.
wer sie verbessert ibid.
, ihre Beschaffenheit ibid.
, wie sie zu gebrauchen 289, 339.

Luftheilchen ihre Entfernung in 2 gleichen cubis wie 1 zu 2 erfordert eine Quantität wie 1 zu 8 312, 380.
Lunge ihre Beschreibung 680, 836.
Lungen Pulsadern, warum sie gröſſer als die Lungen Blutadern. 680, 836.

M.

Machina Papiniana, ihre Beschreibung und Würckung 671, 827.
* Vergleichung derselben mit der Würckung des Magens 672, 828.
Muſſey (Scipio) observiret den in der Stube entzündeten Blitz 567, 691.
Magen, dessen motus peristalticus 672, 828.
Magnet, zieht das Eisen und Eisen den Magnet an sich 37, 30.
* wird in Eisengruben gefunden 414, 513.
* ist aus Stein und Eisen zusammengesetzt ibid.
2 man kann daraus Eisen bereiten ibid.
2 Eisenfeilspäne hängen sich an ihn ibid.
* dessen Pole ibid.
* wenn er aufgehangen kehrt er seine Pole nach den Welt-Polen 814, 513.
* wenn er schwimt richtet er sich nach den Polis ibid.
3 dessen Pole ziehen das Eisen ibid.
2 armirter zieht stärcker als unarmirter ibid.
2 Art ihn zu armiren ibid.
* dessen anziehende Kraft 415, 514.
* würckt ohne Berührung des Eisens ibid.
* seine Würckung nimt mit der Entfernung ab ibid.
* dessen Sphæra activitatis ibid.
2 dessen Poli von verschiedenen Nahmen ziehen einander an sich 416, 515.
* dessen gleich nahmigte Poli stossen einander von sich ibid.
* dessen Mittagslinie 417, 517.
* theilt seine Kraft mit ohne seinen Abgang 420, 520.
* würckt durch dichte Cörper 421, 520.
* wie dessen Wirckungs-Raum Sphæra acti vitatis zu bestimmen ibid.

Magnet dessen Declination 422, 514.
* dessen anziehende Kraft hat eine Aehnlichkeit mit der Schwere 425. 534.
Magneten starck anziehender Exempel 415, 514.
Magnetische Kraft dem Eisen mitgetheilt 418, 518.
Magnet Nadel, deren inclination beschrieben 424, 527.
* ist veränderlich ibid.
Magnet Tabelle von Veränderung seiner Declination 423, 526.
Malabaren, deren lächerliche Meinung vom Knallen des Donners 566, 690.
Manna, was es ist 544, 671.
Mandelmilch wie sie gemacht wird 674, 831.
Mariotte, dessen Versuch vom Druck der Luft 291, 345.
* Erweiß daß alle Menschen auf dem Punckte des nervi optici im Auge blind sind 688, 844.
* dessen Versuch wie sich Luft mit flüßigen Materien vermischt 320, 398.
Marius (Simon) observiret Jovis Trabanten 544, 729.
Marmor, warum s glatte so fest zusammenhangen 203, 227.
* die Luft ist nicht Ursach daran 203, 227.
* sondern das Unschlit ibid.
* Zusammenhangen derselben 308, 372.
Mars ist dunckel 589, 716.
* ist rund ibid.
* dreht sich um seine Axe 590, 716.
* bewegt sich um die Sonne 591, 717.
* dessen Entfernung von der Sonne ibid.
* bey ihm hat man noch keine Monden (Satellites) entdeckt 634, 776.
Masse des Cörpers wird erkläret 56, 46.
Materie ist subtil 6, 9.
* merckwürdige Exempel ihrer grossen Subtilität 12, 14.
* was sie ist 14, 15.
* die flüßigen steigen an einigen Cörpern in die Höhe 207, 238.
* der flüßigen Zähigkeit 235, 271.
* flüßige nimt nur einen gewissen Theil Luft ein 320, 398.
* je elastischer sie ist, desto stärckern Ton giebt sie 349, 432.

Digitized by Google

Materie wie man in die flüßige Buchstab. schreiben kan 405, 503.
» ist gegen die Linie leichter, als gegen die Pole 605, 730.
» Erweis davon 606, 732.
Maupertius muß den Perpendicul in Lapland verlängern 605, 730.
» giebt den Unterschied der Pol- und Æquator diametrorum noch grösser als Neuton an 607, 735.
Mensch, dessen Vorzug vor den Pflantzen 658, 814.
» Werckzeuge seiner Nahrung 975, 827.
Menschen ihre Bewegung 125. 126, 122. 127.
Mercurius, Erfahrungen von demselben 581, 709.
» ist ein dunckler Cörper 582, 710.
» ist eine Kugel ibid.
» seine Bewegung um die Sonne 583, 710.
» Verhältniß seiner Grösse zum Erdboden. 584, 712.
» dessen Lauf im Risse vorgestellt 628, 760.
» dessen Hitze würden Menschen nicht erdulden können 633, 772.
» bedarf keines Monden (Satellitis) 634, 776.
Metalle, wie ihre Güte zu bestimmen 196, 219.
» werden unterschieden durch ihre Schwere 399, 496.
» Tabelle über ihre Schwere ibid.
» lassen sich schmeltzen und hammern ibid.
» wie viel ihrer an der Zahl ibid.
» sind nicht electrisch 427. 540.
Milch, warme giebt die Menge Lustblasen im lustleeren Raume 319, 395.
Milchgefäß 675, 892.
» ihr Nutzen ibid.
Milchsaft 674, 832.
Mist, warum er sich selbst entzündet 564, 687.
Mittagslinie des Magneten 417, 517.
Mittelländisch Meer und Pontus Euxinus, warum man darinnen keine Fluth wahrnimt 655, 811.
Mittelpunckt der Schwere, was er ist 120, 116.
» wenn er mit dem Mittelpunckt der Grösse übereinkomt 125. 122.
» wo ihey den Menschen ist ibid.

Mittelpunckt der Grösse, wenn er mit dem Mittelpunct der Schwere einerley 121. 11[illegible]
Mohr, wie man einen dazu machen kan 405, 50[illegible]
Mond, dessen eigner Lauf von Abend gegen Morgen 6[illegible] 74[illegible]
• dessen erstes Viertheil was es ist ibid.
• ist ein dunckeler Cörper ibid.
• ist kugelrund ibid.
• Meere darinnen 613, 74[illegible]
• dessen Berge und ihre Höhe 613, 74[illegible]
• bewegt sich um die Erde 614, 744
• sein motus librationis und dessen Ursachen 615, 745
• sein Lauf ist elliptisch ibid.
• in wie viel Tagen er seinen Lauf vollendet ibid.
• dessen Grösse und Entfernung 616, 746.
• bekomt von der Erde 14 mal mehr Licht, als die Erde von ihm 617, 747.
• Ursach seiner Bewegung 640, 783.
• geometrischer Erweis aus seiner Schwere, daß er über seinen Lauf 17 Tage, 7 Stunden, 43 Minuten zubringen müsse 640, 783.
• zieht die Erde an sich 650, 806.
• nach dessen Bewegung richtet sich die Ebbe und Fluth 651, 808.
Mondlicht ist nicht warm 626, 756.
• ist weder kalt noch feuchte ibid.
Monden ihre Hauptabsicht ist, ihren Hauptplaneten hell zu machen 633, 77[illegible]
• sind nach Bedürfnis der Planeten Einwohner ziemlich gleich ausgetheilet ibid.
Monden Atmosphære 622, 751.
• darinnen sind Dünste 623, 751.
• ist einmal durchsichtiger als das andere ibid.
Mondfinsterniß 624. 754.
• wenn sie total 625, 755.
• warum bey derselben noch einig Licht im Monde ibid.
• warum er bey derselben farbig Licht hat ibid.

Digitized by Google

Mondregenbogen 595, 720.
Mondschatten, warum er währender Sonnenfinsternis nicht die gantze Erde trifft 619, 750.
Mondwolcken 623, 752.
Moos warum es am meisten auf der Mitternacht Seite der Baume zu finden 670, 826.
Morhofs vom Glas zerschreien 345, 430.
Morgen- und Abendröthe Ursachen davon 632, 770.
Motus compositus wird erkläret 47, 40.
Motus acceleratus 116, 108.
- uniformiter acceleratus ibid.
- retardatus ibid.
- peristalticus des Magens und der Gedärme 672, 828.
Müschenbröck angeführet 204, 217. 219, 220. 230, 251. 254 256.
- dessen Observation vom Queckfilber im Harröhrgen 224, 208.
- beweiset durch ein Experiment die anziehende Kraft ausser der Berührung 239, 279.
- das Experiment einer von gefrornen Wasser zersprengten Kugel 375, 467.
- dessen magnetisches Eisen 417, 517.
- dessen Observation vom Thau 541, 668.
Music ist eine unvermerckte Ausübung der Rechenkunst 342, 425.
Muskeln sind Werckzeuge der Bewegung 683, 840.
- deren Partes und Structur ibid.
- zu deren Wirckungen müssen Nerven und Blut contribuiren 684, 840.
- wie ihre Wirckung zugeht 685, 841.
- ihre Röthe kömmt vom Blute ibid.
- warum sie nahe bey dem Gelencke 686, 842.
- wie man ihre Kraft ausrechnet 687, 843.
Muttermähler, deren Ursprung läßt sich nach Leuwenhöcks Theorie von der Erzeugung nicht begreiffen 692, 851.

N.

Natur wendet bey grossen und kleinen Wercken nicht geringen Fleiß an 51, 4.

Natur wie weit sie die Cörper zertheilt 8, 9.
» ihre Wercke erscheinen immer ordentlicher und künstlicher je mehr man sie vergrössert 12, 14.
» ist eine Feindin der beständigen Aehnlichkeit 191, 213.
Naturlehre was sie ist 1, 1.
» ihr Ursprung ist die Neugierigkeit ibid.
» worauf man dabey zu sehen 2, 2.
» was die Alten dabey versehen ibid.
Nebel besteht aus wäßerigten Dünsten 524, 648.
» aus blos wäßerigten Dünsten hat keinen Geruch und ist unschädlich ibid.
» schwefelich stinckender zieht grosse Kranckheiten nach sich ibid.
» äussert sich mehr des Winters als des Sommers, warum 525, 649.
» vornehmlich Morgens und Abends, und warum. 525, 649.
Nehnadel schwimmet auf dem Wasser 184, 201.
Nephritisches Holtz dessen tinctur verändert die Farben nach verschiedener Wendung am Lichte 501, 626.
Nerve, ihre Elasticität wird verstärckt durch Spannen 688. 844.
» je gespanneter, desto empfindlicher ist, sie wird mit Experimenten erwiesen ibid.
Nervenhaut, je elastischer, desto empfindlicher ist sie ibid.
Nervensaft, (fluidum nerveum) ob dessen Bewegung Ursach der Empfindung wird negirt ibid.
Nervenwürtzlein (papillæ nerveæ) sind das Werckzeug der Empfindung ibid.
» in der Haut sind Werckzeuge des Gefühls ibid.
» auf der Zunge des Geschmacks ibid.
» in der Nase des Geruchs ibid.
» Retinæ im Auge des Gesichts ibid.
Neumond, was er ist 612, 742.
Newton wird angeführet 24, 20.
» bestätigt die Reflexion des Lichts mit experimenten 441, 569.
» probirt den Haarschatten im Wasser 442. 570.
erweist den Winckel, unter welchem man die Farben im
» obern Regenbogen empfindet 556, 681.

Newton bestimmet die Verhältniß des Poldiameters zum æquator diametro 607, 735.
* ist Erfinder der Regel, nach welcher die Schwere abnimt 635, 777.
* hat den Periodischen Umlauf des 1681 erschienenen Cometen durch astronomische Rechnung determinirt 644, 791.
* hat die theorie der Ebbe und Fluth völlig ausgeführet 656, 812.
Nitrum der Alten, was es gewesen 394, 487.
Nordschein besteht aus Dünsten, die dem Phosphoro ähnlich 575, 702.
* ist nach dem grossen Erdbeben in Teutschland am meisten observiret worden ibid.
Nord-See, warum man darinnen keine Ebbe und Fluth wahrnimt 655, 811.

O.

Observiren wird erklärt 2, 3.
Obst gefrornes, wie mans aufthaue 379, 469.
Oefen, in welchen die Flamme unsichtbar brennt 509, 633.
Oel, wie es fest wird 398, 495.
Ohr, dessen Structur 689, 848.
Ohren stehen den wilden weiter vom Kopfe, als den Europäern 352, 436.
Ohr äusserstes, dessen Nutzen ibid.
Oleum de Cedro 660, 817.

P.

Papiliones wie der Staub auf ihren Flügeln beschaffen 5, 4.
Papillæ nerveæ sind das Werckzeug der Empfindung 688, 844.
Pappier, dient statt einer Schmeltzkelle 271, 318.
Paracelsus, dessen irrige Meinung vom kalten und feuchten Mondlichte 627, 758.
Parent citirt 540, 667.
Pendulum was es ist 140, 144.
Perault experiment von Ausdünstung des Eises 377, 468.

Perlenfischer, warum ihnen bisweilen Blut zu Nasen und Ohren heraus lauft 267, 280.
Perpendicul wie seine Bewegung geschicht 140, 144.
• was es ist ibid.
Pisa, wie die Thürme daselbst gebaut 129, 130.
Pistolen-Schuß über den Wolcken ist in der Höhe sehr schwach in der Tieffe sehr starck 566, 690.
Pfeffer im Wasser hat Thierchen herzugelockt 12, 14.
Pfeiffe, je elastischer ihre Materie, desto stärcker ist ihr Ton 349, 433.
Pferde-Haar verliert in flüßiger Materie von seinem Gewicht 168, 182.
Pflantzen und Thiere, die Anzahl ihrer Arten zu bestimmen ist unmöglich 631, 772.
Pflantzen und Thiere 658, 814.
• Mittel zu deren Wachstum 658, 814.
• haben keine Empfindung und Vorstellung ibid.
• ihr Nutzen ibid.
• ihre Theile 659, 816.
• haben Saft und Luft-Röhren ibid.
• haben ihre Nahrung nicht von der Erde ibid.
• sondern vom Wasser ibid.
• wachsen, wenn sie blos mit der Wurtzel im Wasser stehen ibid.
• deren eigentliche Nahrung ist die grünliche Materie des verfaulten Wassers 662, 819.
• wie es mit ihren Wachsthum zugehe 663, 820.
• ihre wässerige Theile dämpfen durch die Schweißlöcher aus ibid.
• welche Saft-theilchen ihr Wachsthum ausmachen ibid.
• Zweifel wird benommen ob der Saft in ihren Saftröhren so hoch steigen kan ibid.
• dünsten an einem warmen Tage viel von ihrer Materie aus 664, 822.
• wie sie verdorren ibid.
• wie heftige Kälte ihren Tod befördert ibid.
• Geschwindigkeit der Bewegung in denselben 665, 823.

Pflanzen eine jede hat unzehlich andere in sich 669, 826.
» sind im Saamen schon in kleinen vorhanden ibid.
» in der ersten sind alle, die wir auf undenckliche Zeiten haben werden sollen, vorhanden gewesen 669, 826
» werden durch den Saft nach allen Gegenden ausgedehnt 670, 826.
Pflaumfeder fällt im luftleeren Raume so geschwind als ein Ducat 57, 47.
» ist weich aber ihre Fäserchen hart 236, 272.
Planeten 580, 708.
» bewegen sich um die Sonne 627, 758.
» ihre Bahn macht mit der Erdbahn einen Winckel 677, 833.
» drehen sich auf ihrer Bahn beständig um ihre Axe 627, 758.
» ihre Ordnung ibid.
» ihre ordentl. Bewegung im Copernicanischen Weltbau 628, 760.
» ihr Lauf ibid.
» ihr Stillstand ibid.
» ihr Rückgang ibid.
» ihr Irrgang komt vom Erdlauff her ibid.
» haben warscheinlich auch Pflantzen und Einwohner 633, 772.
» Ursach ihrer Bewegung 635, 781.
» warum sie so ungemein weit von einander entfernet 671, 778.
» warum die kleinen nahe bey der Sonne und die grossen weit davon ibid.
» sind bald näher, bald weiter an der Sonne 638, 782.
» ihr Lauf macht eine Ellipsin ibid.
» deren Bewegung ist geschwinder, wenn sie der Sonnen näher, als wenn sie weiter davon 619, 750.
» ihre Bewegungsgesetze 641, 787.
» Qvadrate der Zeiten, in welchen sie ihren Umlauf verrichten, verhalten sich wie die Cubi ihrer Entfernung 641, 787.
Platten, wohl polirt, hangen fest zusammen 203, 327.
Platzküchelgen, wie sie gemacht werden und wie sie zerspringen 265, 310.
Pole des Magneten 474, 513. der Erden 602, 726.
Pole warum es um dieselben die wenigste Zeit finster 632, 770.
Præcipitation, wie sie zugeht 401, 498.
» geschicht 1) durch Ruhe der flüßigen Materien ibid. 2) durch Ver-

Vermischung einer Præcipitation mit der andern ibid. 3) durch Veränderung der Zähigkeit der flüßigen Materie ibid. 4) wenn eine andere Materie in die Zwischenräumgen dringt ibid.
» der Metalle 492, 500.
Prasselgold 565, 688.
Priscillianisten ihre Meinung vom Donner 566, 680.
Prisma sondert die farbigten Strahlen von einander 608, 478.
» warum Sachen höher dadurch erscheinen als sie sind 487, 615.
» warum die Sachen mit einem färbigten Rande dadurch erscheinen ibid.
Proportion, nach welcher die Luft compariret wird 310, 375.
» des Raums comprimirter Luft cessirt bey excessiver comprimirenden Kraft 310, 375.
» richtige, deren Eigenschaft ibid.
Ptolemäisches Systema 580, 704.
Pulsadern und Blutadern ihr Unterschied 676, 832.
Ursach ihrer Bewegung 679, 835.
Pupilla im Auge 690. 849.
» Art und Ursache seiner Erweiterung und Zuziehung ibid.

Q.

Qualitates occultæ der Schulweisen 205, 232.
Quecksilber, wie starck es der Bewegung eines Cörpers widersteht 15, 15.
» wie groß sein Wiederstand gegen des Wassers und der Luft ihren 15, 15.
» hängt sich nicht an Eisen 201, 226.
» steigt in Haarröhrchen in die Höhe 216, 251.
» in einigen nicht 224, 258.
» steht niedriger darinnen ibid.
» dringt nicht in leichte Cörper 226, 261.
» wie es zu reinigen ibid.
» läuft nicht durch Leinwand 227, 262.
» aber durch goldene und silberne Dressen ibid.
» hat in einen Glase eine erhabene Figur 258, 263.
» in dem Barometer warum es mit wiegt 259, 304.
» druckt die Luft in einer gläsernen Röhre nach verkehrter Proportion des Raums zusammen 310, 375.

Digitized by Google

Ursachen, warum es nicht durch eine hölzerne Schüssel in den evacuirten Recipienten der Antlia dringt. 318, 393.
löset Metallen auf 391, 482.
wie man es recht rein erhalte. 507, 630.

R.

Räucherkertzen verbrennen auf kalten Stein und Metall nicht gantz. 270, 316.
Ramazzini dessen unrichtige Ursach vom grossen Winter anno 1709 382, 473.
Rauch warum er sich entzündet 511, 638.
warum er schwartz siehet ibid.
Raum, zusammen gedruckter Cörper steht mit den zusammen druckenden Kräften in verkehrter Verhältniß 310, 375.
verschiedener zusammen gedruckter Luft, steht mit den zusammen drückenden Kräften in verkehrter Verhältniß ibid.
Redus entdecket, daß das Fleisch keine Würme kriegt da zu keine Luft komt 693, 852.
Reflexions Gesetze 79. 65.
Refraction Exempel davon 82, 69.
des Lichts 443, 572.
erhöhet die Objecta 450, 577.
wie sie die Figur eines Cörpers ändert 453, 580.
der Parallel-Strahlen 457, 583.
macht, daß wir die Himmels Cörper höher sehen als sie sind 632, 770.
Refrangibilität der Farben verschieden 483, 612.
der farbigten Strahlen 488, 615.
Regen, wie er entsteht 529, 653.
Ursach davon 531, 655.
Regenbogen wird nur gesehen wenn man Regen vor sich und Sonne hinter sich hat 545, 672.
unter welchen Winckel man seine Farben sieht 547, 674.
wie er entsteht 548, 675.
warum er rund 549, 676.
dessen besondere Beschaffenheit 550, 677.
verschiedene Zuschauer sehen verschiedene ibid.
wer ihn sieht, kan unmöglich an dem Orte seyn wo er ihn sieht ib.
warum man gegen Süden keine siehet 554, 678.

Vermischung einer Præcipitation mit der andern ibid. 3) durch Veränderung der Zähigkeit der flüßigen Materie ibid. 4) wenn eine andere Materie in die Zwischenräumgen dringt ibid.
» der Metalle 492, 500.
Prasselgold 565, 688.
Priscillianisten ihre Meinung vom Donner 566, 680.
Prisma sondert die farbigten Strahlen von einander 608, 478.
» warum Sachen höher dadurch erscheinen als sie sind 487, 615.
» warum die Sachen mit einem färbigten Rande dadurch erscheinen ibid.
Proportion, nach welcher die Luft compariret wird 310, 375.
» des Raums comprimirter Luft cessirt bey excessiver comprimirenden Kraft 310, 375.
» richtige, deren Eigenschaft ibid.
Ptolemäisches Systema 580, 704.
Pulsadern und Blutadern ihr Unterschied 676, 832.
Ursach ihrer Bewegung 679, 835.
Pupilla im Auge 690. 849.
» Art und Ursache seiner Erweiterung und Zuziehung ibid.

Q.

Qualitates occultæ der Schulweisen 205, 232.
Quecksilber, wie starck es der Bewegung eines Cörpers widersteht 15, 15.
» wie groß sein Widerstand gegen des Wassers und der Luft ihren 15, 15.
» hängt sich nicht an Eisen 201, 226.
» steigt in Haarröhrchen in die Höhe 216, 251.
» in einigen nicht 224, 258.
» steht niedriger darinnen ibid.
» dringt nicht in leichte Cörper 226, 261.
» wie es zu reinigen ibid.
» läuft nicht durch Leinwand 227, 262.
» aber durch goldene und silberne Dressen ibid.
» hat in einen Glase eine erhabene Figur 228, 263.
» in dem Barometer warum es mit wiegt 259, 304.
» druckt die Luft in einer gläsernen Röhre nach verkehrter Proportion des Raums zusammen 310, 375.

Ursachen, warum es nicht durch eine hölzerne Schüssel in den evacuirten Recipienten der Antlia dringt. 318, 393.
löset Metallen auf 391, 482.
wie man es recht rein erhalte. 507, 630.

R.

Räucherkertzen verbrennen auf kalten Stein und Metall nicht gantz. 270, 316.
Ramatzini dessen unrichtige Ursach vom grossen Winter anno 1709 382, 473.
Rauch warum er sich entzündet 511, 638.
warum er schwartz siehet ibid.
Raum, zusammen gedruckter Cörper steht mit den zusammen druckenden Kräften in verkehrter Verhältniß 310, 375.
verschiedener zusammen gedruckter Luft, steht mit den zusammen drückenden Kräften in verkehrter Verhältniß ibid.
Redus entdecket, daß das Fleisch keine Würme kriegt dazu keine Luft komt 693, 852.
Reflexions Gesetze 79. 65.
Refraction Exempel davon 82, 69.
des Lichts 443, 572.
erhöhet die Objecta 450, 577.
wie sie die Figur eines Cörpers ändert 453, 580.
der Parallel-Strahlen 457, 583.
macht, daß wir die Himmels Cörper höher sehen als sie sind 632, 770.
Refrangibilität der Farben verschieden 483, 612.
der farbigten Strahlen 488, 615.
Regen, wie er entsteht 529, 653.
Ursach davon 531, 655.
Regenbogen wird nur gesehen wenn man Regen vor sich und Sonne hinter sich hat 545, 672.
unter welchen Winckel man seine Farben sieht 547, 674.
wie er entsteht 548, 675.
warum er rund 549, 676.
dessen besondere Beschaffenheit 550, 677.
verschiedene Zuschauer sehen verschiedene ibid.
wer ihn sieht, kan unmöglich an dem Orte seyn wo er ihn sieht ib.
warum man gegen Süden keine siehet 554, 678.

, wie er verschwindet 552, 678.
, der obere 553, 679.
, dessen Wiederschein ibid.
, wie der obere entsteht 555, 681.
, wenn man zwey siehet 556, 661.
, warum er des Sommers im Mittag nicht bey uns seyn kan 557, 683.
, einen künstlichen zu machen 558, 683.
Regentropfen, deren Grösse 531, 656.
, wird vermehrt durch schwefelichte Dünste 553, 656.
, sind zur Zeit des Ungewitters sehr groß ibid.
Reiff, was er sey 536, 659.
, warum er sich im Winter an die Haare und Bart setzet ibid.
Resonantz, worinnen sie besteht 350, 433.
Resonantzboden, Nutzen derselben ibid.
Retina tunica was sie ist 688, 844.
Richtung 21, 18.
Rimaglottidis was sie zum Schall beyträgt 348, 432.
Römers observ von Jupiters Trabant. Finstern. 642, 789.
Romualds wunderbahre Observation am Sonnenzeiger zu Metz 540, 667.
Rose, rothe warum sie vom Schwefeldampf weiß wird 498, 623.
Rothe Farbe, entsteht aus Vermischung Schwefels und eines alcalischen Saltzes 675, 832.
Rubinfluß wie er gemacht wird 412, 511.
Ruhe, was sie ist 13, 15.
, woraus sie entstehet 27, 22.
Ruhende Cörper haben eine Geschwindigkeit und Richtung 22, 19.
, wenn sie angestossen werden, was denn erfolgt 71, 60.
Ruhepunct wo er sey 60, 49.

S.

Saft-Röhren, in den Pflantzen 658, 814.
, sind sehr enge 665, 823.
Saite, gespannete ihre Bewegung 332, 414.
, dicke warum sie einen tiefen Ton giebt 343, 427.
Scharf gespannete giebt einen höhern Ton als andere 344, 428.
, warum

warum die eine mit klingt, wenn die andere gerührt wird 345, 429.
Salpeter erkältet das Wasser 378, 469.
woraus er bestehet 394, 487.
Salz ist nicht Ursach der Kälte 382, 473.
läßt sich durch Hitze schmeltzen 391, 482.
läßt sich nicht hämmern ibid.
löset sich im Wasser auf. ibid.
das aufgelöste giebt einen Geschmack ibid.
dessen Auflösung befördert die Wärme 391, 482.
wie seine Auflösung im Wasser zugehet 392, 483.
wie dessen Aufsteigen im Wasser zugehet, erwiesen ibid.
wie von seinen Theilchen eines das andere im Wasser immer höher hinauf treibet ibid.
Chymici theilen es in 2 Hauptarten 393, 487.
saures ibid.
Laugen ibid.
des gemeinen Beschaffenheit 395, 490.
gemeines wird aus der Erde gegraben ibid.
aus dem Seewasser von der Sonnen gemacht ibid.
aus dem Brunnwasser gesotten ibid.
wird crystallisirt ibid.
Crystallen, jede Art hat ihre eigene Figur 395, 490.
des alcalischen und sauren Vermischung verursacht das Brausen 396, 491.
das mittlere (sal medium) im Gesundbrunnen 496, 621.
das alcalische (sal alcali) in den Gesundbrunnen ibid.
Samen ist der ihr selbst gelassenen Natur ihr Mittel zu Vermehrung der Pflantzen 668, 825.
muß tief genug in fruchtbare Erde fallen, wenn er sich vermehren soll ibid.
in dem ist die gantze Pflantze im kleinen vorhanden 669, 826.
er besteht ebenfalls aus Häuten, Röhrchen und Bläschen ibid.
Samkörnlein, ein einiges hat unzehlich andere in sich ibid.
ob es vor 6000 Jahren schwerer gewesen als ietzo ibid.
Sandsteine, wie sie entstehen 390, 481.
Saturnus 597, 721.
dessen

dessen Ring 597, 721.
dessen Trabanten 598, 722.
dessen Grösse 599, 722.
dessen Entfernung von der Sonne ibid.
dessen Lauff ibid.
dessen Kälte würden Menschen nicht ertragen können 633, 772.
dessen Einwohner hält Hugenius für sehr groß ibid.
warum er 5 Monden hat 634, 775.
hat die Bewegung der Jupiters Trabanten verändert 637, 778.
ist etwas von seiner Bahn gelenckt als er sich den Jupiter genähert ibid.
Saturniten bekommen wenig Licht von der Sonne 633, 772.
haben einen grossen Stern im Auge ibid.
Saugen, wie es geschieht 301, 360.
Sceleton eines Baumblats 660, 817.
Kunstgriff es zu verfertigen ibid.
Schall, was dabey zu betrachten 326, 407.
was dabey in der Luft vorgeht 527, 407.
wie er mit der Peitsche erregt wird ibid.
kan ohne Luft nicht entstehen 328, 410.
Experiment davon ibid.
wird schwächer je mehr man Luft auspumpt 323, 410.
in zusammen gedruckter Luft wird stärcker 329, 411.
warum er in kalter Luft besser als in warmer zu vernehmen ibid.
Unterscheid dessen vom Wind 330, 411.
wie ein fortdaurender hervorgebracht wird 331, 412.
warum Glocken, Gläser, Stahl denselben von sich geben ibid.
warum Bley keinen von sich giebt ibid.
Schall der Glocke warum er von dem darauf liegenden Schnee gedämpft wird ibid.
wird nicht von Zittern der Bewegung der Saite verursacht, Erweis davon 332, 414.
der Saite wird verursacht von Erschütterung der Lufttheilgen 332, 414.
dessen Geschwindigkeit 333, 416.
wie weit er sich in einer Secunde bewegt 334, 416.
seiner Geschwindigkeit ihren Nutzen ibid.

» beym Donner 334, 418.
» auf der See ibid.
» seine Geschwindigkeit ist gleichförmig 335, 419.
» eines starcken und schwachen Bewegung ist gleich geschwinde 336, 420.
Schatten eines Haares warum er sehr breit ist 442, 570.
Schaum wie er entsteht 365, 454.
Scheidewasser auf Eisen gegossen macht sehr heiß 249, 291.
» wie man es verfertigt 394, 487.
» solvirt kein Gold 400, 497.
Scheiner (Christoph) entdeckt die Sonnenflecken 577, 705.
Scheuchzers Observation von den Hagelkörnern 538, 664.
» dessen Observation von einen öligten Thau 544, 671.
Schiefliegende Fläche, wie die Cörper darauf fallen 135, 138.
Schiefliegende Flächen, der Cörper Geschwindigkeit darauf 152, 160.
Schießpulver wird mit einen Brennglase auf Stein oder Metall schwerer entzündet, als auf Pappier u. Holtz 270, 316.
» schmeltzt nur im luftleeren Raume von Brennpuncte 506, 629.
Schimmel wie er durchs Vergrösserungsglas erscheinet 5, 4.
Schleuder, wie damit geworfen wird 105, 99.
Schlittschuh fahren, dabey ist der Wiederstand gering 24, 20.
Schneckengang im Ohr 689, 848.
Schnee auf der Glocke, warum er ihren Schall dämpft 331, 412.
» wie er hervorgebracht wird 537, 659.
» dessen verschiedene Figur ibid.
» ist gemeiniglich sternförmig ibid.
» wie er vom Eise unterschieden ibid.
» woher seine Lockerkeit rührt ibid.
» seine weisse Farbe ibid.
Scholastici glauben nicht schlechterdings leichte Cörper 119, 115.
» ihre qualitates occultæ 205, 232.
» ihre anima vegetabilis ist ein pallium ignorantiæ 658, 814.
Schottens Exempel starckziehender Magneten 515, 514.
Schrecken, wie es den Tod verursachet 570, 696.
Schwartz ist weis 495, 620
Schwefel, woraus er bestehet 397, 497.

wie

» wie er durch Kunst zu verfertigen ibid.
» dessen Dampf ist höchst schädlich 397, 492.
Schwefelhöhle Neapolitanische ibid.
Schwefelichte Ausdünstungen beym Brausen sind tödtl. ibid.
Schweißlöcher der Pflantzen ihre Nothwendigkeit wird mit Gründen, u. ihre Wirklichk. mit Experim. bewiesen 663, 820.
» was sie sind 682, 834.
Schwere, was sie ist 119, 115.
» ist gleichsam die Triebfeder der Natur 119, 115.
» was ihr Mittelpunct ist 120, 116.
» der Theilchen wie sie zu bestimmen 198, 220.
» hat eine Aehnlichkeit mit der anziehenden Kraft des Magneten 415, 534.
» Erklärung derselben 635, 777.
» ist die vis centripeta eines Cörpers ibid.
» nimmt ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimt ibid.
» hat fast einerley Beschaffenheit mit dem Lichte 636, 778.
» verrichtet ihre Bewegung in geraden Linien ibid.
Schwere Cörper, wie ihr Fall beschaffen 132, 135.
» wenn er sich in der Parabel bewegt 141, 144.
» wie sie von leichterer Art werden 181, 197.
» haben mehr Berührungs Puncte, als die leichten 197, 220.
» werden heisser als die leichten 268, 314.
» wenn es geschiehet 270, 316.
Schwimmen der Fische 180, 195.
Schwules Wetter worinnen es besteht 561, 685.
Sclerotica tunica im Auge 690, 843.
Secretion 681, 837.
Sedlitzer Brunn führet viel Saltz 406, 504.
Sehen wie dessen Empfindung zugeht 691, 850.
Sehungswinckel 452, 578.
» grösser stellt die Sachen groß vor ibid.
» kleiner stellt die Sachen klein vor ibid.
Seide, ein Gran ist aus viel Theilchen zusammen gesetzt 616.
Seidenwurm, wie subtil sein gesponnener Faden ibid.
Seleniten, sehen unsere Erde für das an, wofür wir den Mond ansehen 617, 747.
» sehen

s. sehen Sonnenfinsternissen, wehrend unserer Mondfinsternissen 624, 754.
Semen Lycopodii verhindert das Zusammenfliessen zweyer Tropfen 196, 219.
s. seine Theilchen haben eine zackigte Figur 206, 236.
s. wie es kleben bleibt 225, 261.
s. ins Licht gestraut giebt Funcken 508, 632.
s. ins Licht geblasen giebt Flamme ibid.
Sertala, dessen starckziehender Magnet 415, 514.
Siegellack, warum es mit dem Pitschaft so feste, und auch nicht zusammenhangt 202, 227.
Silber Solution dient zur Wasser-Probe 404, 502.
s. nimmt von der Sonne schwartze Farbe an 405, 503.
Sinnen 688, 844.
Sommers-Anfang, wenn wir den haben 629, 765.
Sommervögel (papiliones) wie der Staub auf ihren Flügeln beschaffen 5, 4.
Sonne, warum sie die Heyden angebetet 240, 280.
s. wenn sie Wasser zieht 533, 656.
s. deren Höhe beym Regenbogen 557, 683.
s. ist ein wircklich Feuer 577, 705.
s. dreht sich um ihre Axe ibid.
s. wie weit sie von der Erden 579, 707.
s. Verhältniß ihrer Fläche, zur Erdfläche ibid.
s. ihres cubischen Inhalts zum Cubic Inhalt der Erden ibid.
s. wie vielmal grösser sie als unsere Erde ist ibid.
s. bewegt sich nicht um die Erde 600, 723.
s. wo sie zu erst verfinstert wird 620, 750.
s. kan nicht gantz accurat den Mittelpunct des Weltgebäudes einnehmen 627, 758.
s. ist jedoch demselben am nächsten ibid.
s. bewegt sich um den gemeinen Schwerpunct der Planet. ibid.
s. kan deswegen doch ohne Irthum in centrum mundi nostri gesetzt werden ibid.
s. und Mond, warum sie beym Auf- und Untergange länglich aussehen 632, 770.
s. hat auch eine Schwere gegen die Planeten 637, 778.

Sonne warum sie eine solche erstaunliche Grösse haben müssen 600, 724.
• liegt in dem einen Brennpunct des elliptischen Planetenlaufs 638, 782.
• deren scheinbarer Diameter ist im Winter grösser als im Sommer ibid.
• warum sie die eine Hälfte des Thier-Creises in kürtzerer Zeit als die andere Hälfte durchläuft 639, 782.
Sonnen-Blume wie starck sie ausdampft 664, 822.
Sonnen Finsterniß, wie sie entsteht 618, 749.
• was eine partiale und totale ist 621, 750.
Sonnenflecken 577, 705.
; die veränderlichen sind Dampf 578, 706.
; die unveränderlichen sind feste Theile der Sonne ibid.
Sonnenkörnichen sind der Figur und Grösse nach von einander unterschieden 5, 4.
Sonnenstrahlen, ihre Geschwindigkeit 642, 789.
Sonnenuhr zu Metz deren Schatten geht zurück 540, 667.
Sonnenwirbel Cartesianischer warum er nicht Statt hat 645, 797.
Spiegel reflectirt die Strahlen nach einer gewissen Gegend 470, 597.
• platter, stellt jede Sache nach ihrer wahren Grösse vor 471, 598.
- sphärischer, wie er die Sachen vorstellt 472, 599.
- Cylindrischer, wie er die Sachen vorstellt ibid.
- Conischer, wie er die Sachen vorstellt ibid.
Spinne eine in der Luft hangende empfindet einen heftigen Streich nicht 37, 30.
- wie sie auf dem Wasser lauffen kan 184, 201.
Spiritus flammificus des Herrn Geheimden Rath Hoffmanns 249, 291.
- in Schnee gegossen macht sehr kalt 379, 469.
- wie er gemacht wird 394, 487.
Spiritus mineralischer in den Gesundbrunnen 465, 620.
- macht truncken 496, 621.
- zersprengt verstopfte Boutellen ibid.

Spiri-

Spiritus ſauer löſet Metalle auf 391, 482.
- vini löſet Reſinas auf ibid.
Sprachgewölber ihre Beſchaffenheit 353, 438.
Sprachrohr Grund und Wirckung deſſelben 351, 435.
Stachel der Bienen, wie er ſticht 5, 5.
Stählerne Feder ſiehe Feder
Staub der Flügel von den Sommervögeln (papilionibus) ſind kleine Federn 5, 4.
Staub-Gläſer 466, 592.
Stein wie er entſteht
1te Art 386, 478.
2te Art 387, 479.
Steinkohlen Dampf in Londen verurſacht Schwindſucht 379, 469.
Stern im Auge 690, 849.
Stern neuer, Vermuthung davon 649, 804.
Sternſchnuppe was ſie iſt 574, 701.
- durch die Kunſt gemacht ibid.
Stoß, was er iſt 26, 22.
- von welchen der Verfaſſer rede 71, 60.
Strahl wird durch Reflexion in zwey getheilt 442, 570.
- wird in dichterer Materie von der perpendicular Linie gebrochen 443, 572.
- wird in einer dünnern Materie von der perpendicular Linie weggebrochen 444, 573.
- warum einer ſtärcker als der andere gebrochen wird 485, 613.
Strahlen wenn ſie durch Refraction parallel werden 460, 587.
- welche ein erhabnes Glas vereinigt 462, 588.
- von jeden Lichte laſſen ſich die Farben verwandeln 489, 616.
- werden in der Atmoſphær nach einer krummen Linie refrangirt 632, 770.
- färbigte, ihre Refrangibilität 488, 615.
- Goldgelber und grüner ihr Urſprung 480, 609.
- Parallel einfallende werden von convexen Glaſe in einen Puncte vereinigt 457, 583.

Strahlen perpendicular einfallende werden nicht gebrochen 446, 575.
» rothe haben grössere Kraft als die übrigen 484, 613.
Strahlen rothe werden am wenigsten, violette aber am stärcksten gebrochen 485, 613.
» rothe sind die schwersten 486, 614.
» Senckrechte, warum sie wärmer machen als schrege 630, 768.
» drey Ursachen davon ibid.
Structur der Wurtzeln, Zweige und Blätter ist einerley 667, 825.
Stuben getäfelte oder tapezierte halten nicht so lange warm als die gemauerten 272, 320.
Sturms Versuch vom Druck der Luft 291, 343.
» Meinung von der Wirckung des Magneten 423, 524.
Succus pancreaticus 673, 830.
Sündfluth leitet Whiston von dem Cometen her 634, 791.
» Mosis Erzehlung davon trift mit Whistons Vermuthung überein ibid.
Sympathetische Tinte 432, 559.
Systole & Diastole cordis 677, 835.

T.

Täucherlein 324, 404.
Taffend, was die Ursache des schielenden sey 499, 624.
Tag wenn wir den längsten haben 629, 765.
» kürtzester wenn wir ihn haben ibid.
Tag und Nacht gleich, wenn wir sie haben ibid.
Tage, warum die längsten nicht die wärmsten 631, 769.
Taraxacus, Beschaffenheit ihres Samens 668, 825.
Tatze der Fliegen hat Klauen 514.
Teig, warum er unter einen leeren recipienten so sehr aufschwillet 321, 399.
» warum er zusammen fällt, wenn man Luft unter den recipienten läßt ibid.
» warum er bey den Backen aufschwellet ibid.

Teiche,

Teiche warum einige im Sommer voll, und im Winter leer sind 304, 366.
Teller, wie er in der warmen Stube anfriert 380, 472.
Teufelsdreck, wie viel er in freyer Luft verlohren 6, 6.
Thau, wie er erzeigt wird 541, 668.
" steigt Abends aus der Erden ibid.
" ist der Schweiß der Pflantzen 542, 669.
" wird vom Winde bewegt 543, 670.
" dessen Unterscheid 544, 671.
" der Pflantzen führt saltzigte und oeligte Theilgen bey sich 544, 671.
" hat bisweilen Geschmack ibid.
" und Kraft in die Cörper zu wircken ibid.
" dessen Mutter soll nach Virgilii Vorgeben der Mond seyn 544, 671.
" irriger Begriff der Alten davon ibid.
" süsser des Galeni ibid.
" Oehlichten observirt Scheuchtzer ibid.
Theile, die kleinsten sind härter, als der gantze Cörper 236, 272.
Theoria telluris Whistons 644, 791.
Thermometer was es ist, und warum darinnen der Spiritus steigt und fällt 259, 304.
" ob man die Wärme damit messen kan 260, 306.
" sein Gebrauch 261, 307.
Thiere, ihre Bewegung 125, 187.
" sterben in Luftleeren Raume an convulsionen 323, 402.
" sind in der Art der Zusammensetzung von allen übrigen Cörpern unterschieden 658, 814.
" unter denen ist der Elephante das gröste, die Käsemilbe das kleinste 693, 852.
" haben alle vermöge ihrer Structur Empfindungen und Bewegungen ibid.
" ihre Fortpflantzung geschiehet nicht durch Faulniß ibid.
Thümmig führt ein Exempel eines geschwollenen Auges an, das bey Nacht wohl, aber nicht bey Tage sehen können 688, 844.

Thürme zu Pisa, wie sie gebauet 129, 130.
Tinte simpathetische 432, 559.
Tod des Menschen Ursache davon 682, 838.
» natürlicher ibid.
» gewaltsamer ibid.
Ton, was ein hoher und tieffer ist 337, 421.
» dessen Beschaffenheit genauer untersucht 338, 421.
» Ursache des hohen und tieffen 339, 422.
» was ein reiner und unreiner ist 347, 432.
Tone, ihre Verhältniß unter einander 340, 423.
» warum einer wohl der andere übel klingt 342, 425.
Topf, warum sein Boden erst heiß wird, wenn daß Wasser zu kochen aufhöret 364, 453.
Torricellius ist der Erfinder des Barometri 286, 336.
Trägheit des Cörpers (vis inertiæ) was sie ist 14, 15.
» ist der Menge der Materie proportional ibid.
Transspiratio insensibilis 682, 838.
Tropfen, wenn er seine Figur ändert 195, 219.
» wenn zwey zusammen fliessen 196, 219.
» wenn er nicht zerfließt 206, 236.
Tropici 629, 765.
Trummel Fell des Ohrs 689, 848.
Tschirnhausen verfertigt die größten Brenngläser 458, 585.
Tuba acustica 352, 436.
Tubulus capillaris in demselben steigt das Wasser 214, 249.
Tubus Torricellianus 286, 336.
» Versuch damit 293, 348.
Tunica Arachnoides, von der kommen die ungemeinen zarten Wasser Blässgen des humoris Crystallini 691, 850.
Tunica villosa des Magens, was sie bey der Verdauung thut 672, 828.

U.

Undæ auf dem Wasser, wie sie entstehen 157, 167.

Undurchsichtigkeit, deren Ursache 469, 594.
Ungeziefer, wie es auf dem Wasser lauffen kan 184, 201.
Unschlitt verursacht starckes Zusammenhangen der Cörper 203 seq. 227. 230.
Unterirdisches Feuer 409, 507.
Uretheres 681, 837.
Urin, warum er in Haarröhrchen so hoch steigt 219, 254.
* warmer unter dem ausgeleereten recipienten wirft Blasen 319, 395.
* kalter zeigt weniger Luft ibid.
Uvea tunica im Auge 690, 849.

V.

Varenius beschreibt verschiedene Lagen der Erde in Amsterdam 384, 476.
Vasa coronaria 677, 833.
Vasa lactea 675, 831.
* ihr Nutzen ibid.
Vasa lymphatica, ihr Officium 673, 830.
Vena Cava 677, 833.
Vena pulmonalis ibid.
Venus 586, 713.
* Berge derselben ibid.
* ihre Flecken sind Wasser 587, 715.
* bewegt sich um ihre Axe ibid.
* ist eine Kugel ibid.
* ihre Grösse 588, 716.
* ihre Entfernung ibid.
* bedarf keines Monden 634, 776.
Verdauung wie sie zugeht 671, 827.
Vergrösserung derer Cörper wie sie geschicht 16, 17.
Vergrösserungs-Gläser, was damit zu observiren 5, 4.
* wozu sie dienen 6, 6.
* was sie bey den Wercken der Natur und der Kunst entdecken 12, 14.
* ihr Nutzen beym zusammenhangen der Cörper 190, 210.
* Möglichkeit ihrer Vergrösserung im mathematischen Risse vorgestellt 465, 590.

Verkleinerung der Cörper wie sie geschicht 16, 17.
Verschwinden was es sey 609, 737.
Versteinte Sachen woher sie kommen 989, 479.
Vesuvius 410, 508.
Vier Jahrs Zeiten 629, 765.
Virgil nennt irrig den Mond die Mutter des Thaues 544, 671.
Vis centrifuga 104, 98.
Vis Centripeta ibid.
= was sie sey 635, 777.
= ist die Ursach der krumlinigten Bewegung 106, 100.
= warum sie Neuton unter die vires impressas gerechnet ibid.
= wenn sie gegen den Punckt, um welchen die Bewegung geschiehet, gerichtet ist 112, 104.
Viscidität was sie sey 193, 216.
Vis inertiæ was sie sey 14, 15.
Vitriol woraus es besteht 394, 487.
= Eisen hat grüne Farbe ibid.
= Bley hat weisse Farbe ibid.
Vögel, warum sie eher, als die vierfüßigen Thiere in dem lustleeren Raume sterben 323, 402.
Vollblütige, warum ihnen heftige Bewegung schadet 678, 834.
Vollkommen harte Cörper, ob sie in der Natur zu finden 67, 55.
= haben mit den elastischen einerley Phœnomena 70, 61.
Vollmond, was er ist 612, 742.

W.

Wachsthum der Pflantzen wie es zugehet 663, 820.
= der Menschen Ursache davon 682, 838.
Wärme, worinnen sie besteht 248, 289.
= wie sie entsteht ibid.
= wird durch jeden Schlag des Hammers im Eisen vergrössert ibid.
= wird gleichförmig ausgetheilt 262, 308.
= dehnet die Luft starck aus 263, 309.
= worauf man bey ihrer Beurtheilung acht zu geben 269, 315.

Wagebalcken, wenn er sich von selbst in wagerechten Stand setzet 128, 129.
Wagerechter Stand 59, 49.
Wasser kan durch das distilliren nicht verändert werden 8, 9.
s wie groß sein Wiederstand gegen den Wiederstand der Luft und des Queckſilbers 15, 15.
s warum es aus einer Röhre springt 159, 168.
s wie die Circul auf demselben entstehen 157, 167.
s wie es mit Queckſilber die Wage hält 159, 168.
s wie es zu probiren 164, 175.
s läst sich nicht zusammendrücken 168, 182.
s wiegt im Wasser nichts 199, 221.
s welche Cörper auf demselben schwimmen 199, 221.
s steht am Rande des Gefässes höher, als in der Mitten 209, 241.
s wird von einem gläsernen Küchelgen angezogen 210, 241.
s steigt in die Haarröhrchen 214, 249.
s ob dieses die Luft verursachet 215, 250.
s hat mit Queckſilber einerley Eigenschaften, wenn das Gefäß mit semine lycopodii besträuet ist 227, 228, 229, 262. 263. 265.
s warum es am Glaß herunter läuft 230, 266.
s warum in einem kalten und warmen unter einem ausgelerten Recipienten Luftblasen aufsteigen 319, 395.
s seine Zwischenräumgen sind anzusehen als kleine mit Luft erfüllte Blasen 319, 395.
s erregt keinen Schall in der Luft 332, 412.
s s aber wohl in andern elastischen Cörpern Versuch davon ibid.
s dessen Nothwendigkeit 356, 441.
s dessen Eigenschaften 357, 442.
s wiedersteht der Bewegung stärcker als Luft 358, 443.
s wie viel es Zwischenräumgen hat 359, 443.
s dessen Theilchen sind sehr klein 360. 444.
s wie es feste Cörper erweicht ibid.
s warum es einen Schnee Ball härter macht ibid.

Luft läßt sich nicht zusammendrücken 962, 449.
» Erweis davon ibid.
» nur die Kälte drückt es zusammen, Experiment davon ibid.
Luft was in dem erwärmten vorgeht 363, 451.
» warum sich Luftblasen im laulichten im Gefäß anhängen ibid.
» warum das heisse siedet ibid.
» warum das siedende einen Schall von sich giebt ibid.
» wie es gefrieret 370, 463.
» warum es von oben zu frieren anfängt 371, 464.
» warum sich gefrornes ausdehnt 373, 465.
» wird durch ein Experiment bestätigt ibid.
» zersprenget feste Cörper darinnen es gefriert 375, 467.
Luft wird durch den Salpeter erkältet 378, 469.
» wie es unten auf frieret 381, 473.
» Löset Sals und Gummie 391, 482.
» wie es das Saltz auflöset 392, 483.
» warum es die Flamme auslöschet 506, 629.
Wasserprobe wie sie anzustellen 164, 175.
» mit der Silber Solution 404, 502.
Wassertropfen wenn 2 zusammen flüssen 196, 219.
» semen lycopodii verhindert ihr Zusammenflieſſen ibid.
» wie man einen auf das Wasser setzen kan ibid.
» beweget sich zwischen zwey gläsernen Platten 208, 239.
Wasserziehen der Sonne 533, 656.
Weicher Cörper 67, 55.
» Bey ihrer Bewegung scheint ein Theil der Bewegung verlohren zu gehen 94, 88.
» behalten nach dem Stosse nur die Helfte der Geschwindigkeit in ihrer Bewegung 95, 89.
» wie sich die Raume nach dem Stosse verhalten 97, 90.
» ihre verlohrne Kräfte sind in ihren Geschwindigkeiten verhalten 99, 92.
» wenn sie ruhen 100, 101, 102, 93. 94. 95.
» ihre Bewegung nach krummen Linien 103, 96.
» ihre Ursach 105, 108.

Weine, wie ihre Verfälschung zu entdecken 433, 561.
Weite Sachen, woher sie dunckel aussehen 437, 564.
Weltbau Copernicanischer 617, 718.
Welt Cörper deren anziehende Kraft 637, 778.
Weltgebäude 654, 809.
* solches stellet der Verstand anders vor als die Sinnen 576, 703.
Weltgegenden, Mittel dieselben im Walde zu finden 670, 826.
Wende Circul 629, 765.
Wercke der Kunst stellen sich durch Vergrösserungsgläser rauch dar 12, 14.
Wercke der Natur stellen sich durch Vergrösserungsgläser schön dar ibid.
Wetterleuchten 563, 687.
Weyhrauch ein Gran erfüllt ein groß Zimmer 11, 12.
Whiston leitet die Sündfluth von dem Cometen her 644, 791.
* determinirt den Cometen aus der Astronomie und Chronologie, der die Sündfluth verursacht haben soll ibid.
* dessen Theoria telluris ibid.
Wiederstand, wenn er proportional 11, 12.
* ist eine Wirckung 30, 24.
Wiederstand des Cörpers ist der Grund, warum ein ander in ihm wircken kan 36, 29.
* der flüßigen Materien 142, 143, 147. 148.
* wenn er groß 144, 148.
Winckel inclinations und refractions ihre Verhältnis gegen einander 454, 581.
Wind, wie er vom Schall unterschieden 330, 411.
* wovon er entsteht 314, 639.
* Dünste tragen viel dazu bey 515, 640.
* warum er kalt macht 519, 643.
* wie er durch Wärme entsteht 520, 644.
* beständiger zwischen den Tropicis Ursach davon 520, 644.
* bläst zu verschiedenen Jahreszeiten aus verschiedenen Gegenden ibid.

, kömt nicht vom Umdrehen der Erde her 522, 647.
, warum er kleine Cörper eher als grosse bewegt ibid.
, warum er eher einen Cubicschuh Sand als ein Cubicschuh Sandstein fortführen kan ibid.
, warum er an einem Schiffseegel so grosse Gewalt beweist 522, 647.
Winde, deren Unterscheid 518, 642.
, welche die schädlichsten ibid.
, warum sie häufig im Frühlinge wehen 521, 646.
, Unterscheid der obern und untern 523, 648.
Windbüchse 311, 378.
, ihre Vorstellung im Durchschnitte ibid.
, ihre Luftpumpe ibid.
, ihr Windlauft ibid.
, ihr Kugellauft ibid.
, ihr Ventil ibid.
, Art sie zu laden ibid.
, losdrücken ibid.
, ihr Schuß giebt dem Büchsenpulver wenig nach ibid.
, kan von einem mal laden mehrmal losgeschossen werden ibid.
, letztere Schüsse die schwächsten ibid.
Winters Anfang 629, 653.
Wolcken sind hochgestiegene Nebel 526, 650.
, deren Höhe bestimt Kepler ibid.
, woher ihre Farben kommen 527, 650.
, ihre Schwere 528, 651.
Wolckenbrüche wie sie entstehen 530, 654.
, warum sie häufiger auf bergigten Gegenden als platten Lande entstehn ibid.
Wolfens anatomischer Heber 150, 154.
Woodwart zeigt, welche Materie die eigentliche Nahrung der Pflantzen sey 662, 819.
Würcken, was es heisse 20, 18.
, des Cörpers in einem andern Cörper was es heisse ibid.
Würckung dahin gehört der Wiederstand 30, 35, 24. 27.
, der Cörper geschicht allemal, mit einer Perpendicularlinie 52, 53, 42. 44.

Wur-

Wurtzeln sind an verkehrt gepflantzten Bäumen zu Zweigen worden 667, 825.
* haben einerley Structur mit Zweigen und Blättern ibid.

X.

Xenophons Bericht, woher Cyri Armee böse Augen bekommen 537, 659.

Z.

Zähigkeit was sie ist 193, 216.
* der flüßigen Materie 235, 271.
* rühret von der Schwere her ibid.
Zahns Versuch mit dem Hohlspiegel 476, 606.
Zerfliessen der Tropfen 205, 232.
* komt nicht von der Schwere ibid.
* auch nicht vom Druck der Luft ibid.
* geschiehet nicht ohne Bewegung ibid.
* rührt vom Anziehen des Cörpers her ibid.
Zimmerwasser verwandelt Eisen in Kupfer 403, 501.
Zinnober, woraus er besteht 413, 512.
* wie er durch Kunst zu machen ibid.
* warum ungeriebner anders als geriebner sieht 498, 625.
Zittern der Cörper wie es zugeht 331, 412.
Zitternde Bewegung der Saite ist nicht Ursach des Schalles 332, 414.
* zurückstossende Kraft wird geleugnet 234, 271.
Zusammendrücken vermehrt die Elasticität der Luft 309, 374.
Zusammengesetzte Bewegung wie sie geschiehet 45, 38.
* wird erkläret 47, 40.
Zusammenhangen was es sey 145, 151.
* der Cörper wovon es hergeleitet wird 186, 206.
* worin es besteht ibid.
* wird ausser Zweiffel gesetzt 187, 208.
* merckliches und unmerckliches 187, 208.
* ist eine Würckung 188, 209.
* ist der Anzahl der Berührungspuncte proportional 189, 209.

was die Vergrösserungsgläser dabey zeigen	190, 210.
welche Cörper leichte zusammenhangen	ibid.
können die Cörper vermöge ihrer Figur	191, 213.
ob es von Häckgen herrührt	ibid.
kan vom Druck flüßiger Cörper herkommen	192, 215.
Erfahrung davon	204, 230.
wie groß es das Hartzöhl, Pech, Terpentin, Uuschlit und Wachs verursacht	ibid.
ist der Anzahl der Berührungspuncte proportional	205, 232.
Zweige sind an verkehrt gepflantzten Bäumen zu Wurtzeln worden	667, 825.
aus denen hat man Bäume aufgezogen	ibid.
haben einerley Structur mit Wurtzeln und Blättern	ibid.
Zwischenräumgen der Luft, wie groß ihre Anzahl	315, 386.

E N D E.

**********.**********

Druckfehler,	Wie sie zu ändern.
pag. 41. lin. 22. C. F.	D. F.
- - 584. - - 12. E.	F.
- - 565. - - - Tab. IV.	Tab. VI.
- - 787. - - Tab. VIII. fig. 109	Tab. IX. fig. 109.
- - 587. - - 17. J. F.	G. F.

Digitized by Google

ler Electrification.

§ 429.

was die Vergrösserungsgläser dabey zeigen	190, 210.
welche Cörper leichte zusammenhangen	ibid.
können die Cörper vermöge ihrer Figur	191, 213.
ob es von Häckgen herrührt	ibid.
kan vom Druck flüßiger Cörper herkommen	192, 215.
Erfahrung davon	204, 230.
wie groß es das Hartzöhl, Pech, Terpentin, Uuschlit und Wachs verursacht	ibid.
ist der Anzahl der Berührungspuncte proportional	205, 232.
Zweige sind an verkehrt gepflantzten Bäumen zu Wurtzeln worden	667, 825.
aus denen hat man Bäume aufgezogen	ibid.
haben einerley Structur mit Wurtzeln und Blättern	ibid.
Zwischenräumgen der Luft, wie groß ihre Anzahl	315, 386.

E N D E.

**********.**********

Druckfehler,	Wie sie zu ändern.
pag. 41. lin. 22. C. F.	D. F.
- - 584. - - 12. E.	F.
- - 565. - - - Tab. IV.	Tab. VI.
- - 787. - - Tab. VIII. fig. 109	Tab. IX. fig. 109.
- - 587. - - 17. J. F.	G. F.

ler Electrification.

§ 429.

Digitized by Google

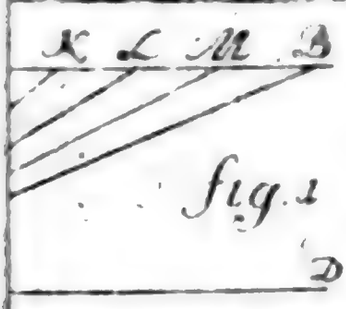


fig. 1

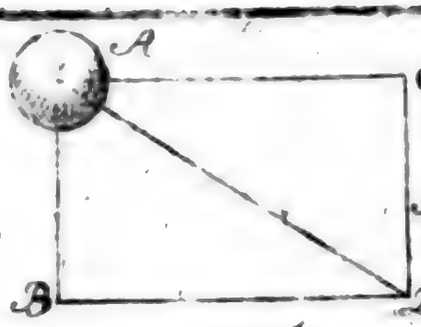


fig. 6.

TAB: I.

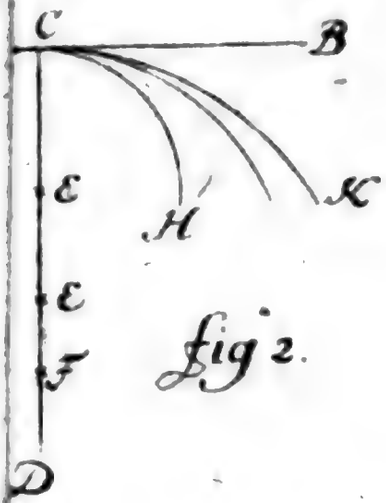


fig 2.

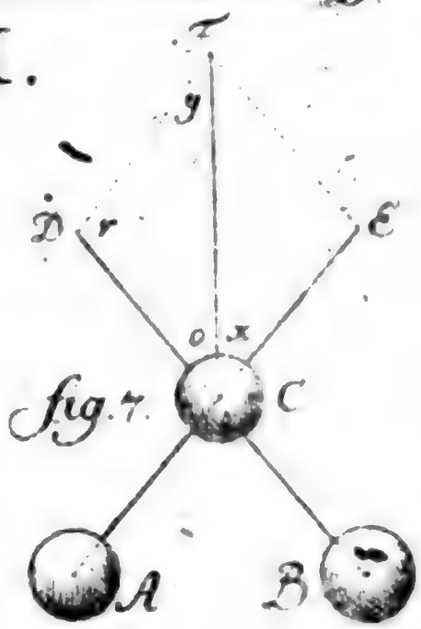


fig. 7.

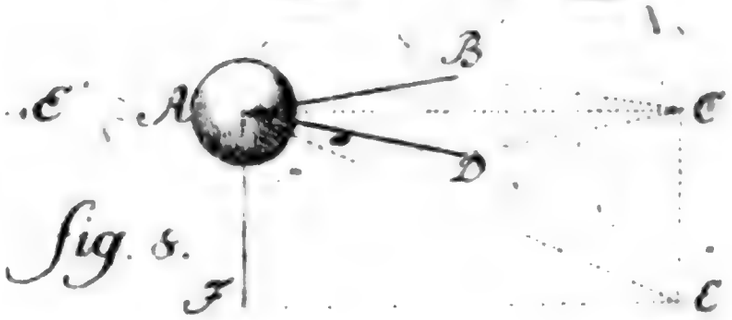


fig. 8.

fig. 9.

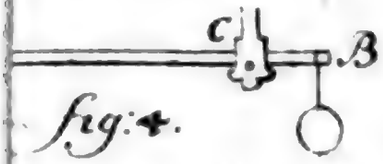


fig. 4.

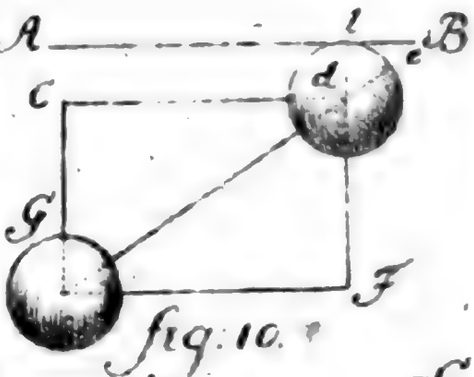


fig. 10.

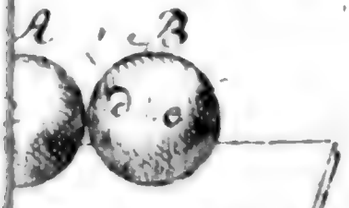
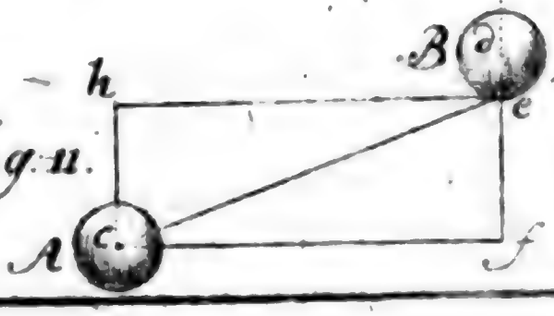


fig. 11.



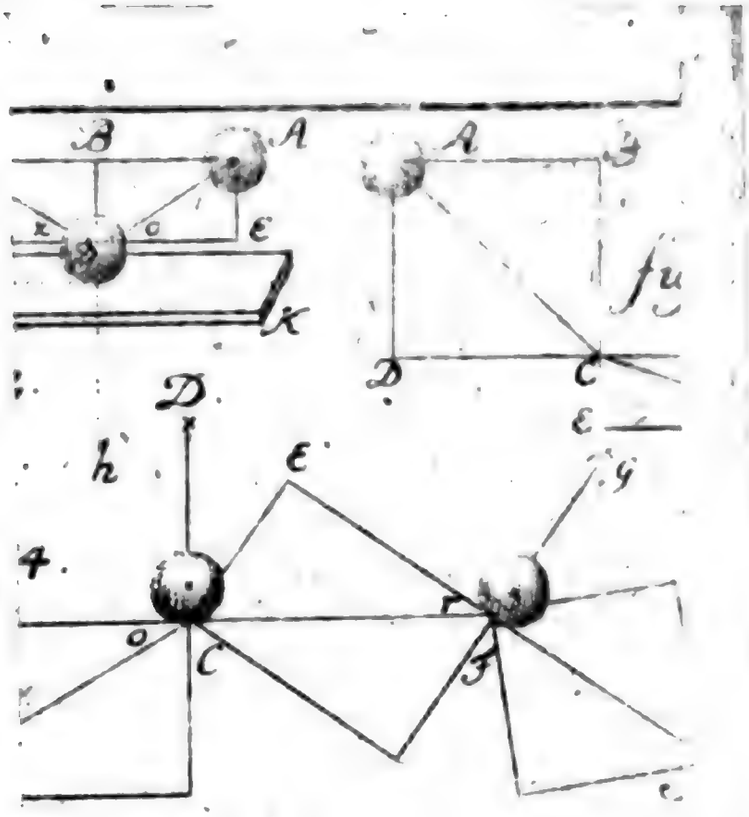
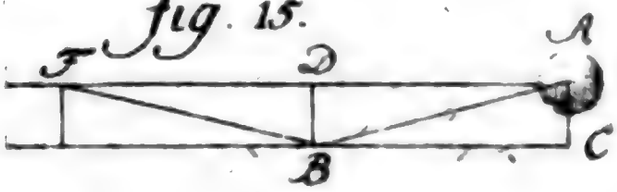

B
A
x
o
ε
K
A
B
fu
D
C
D
h
ε
g
4.
o
C
F
c

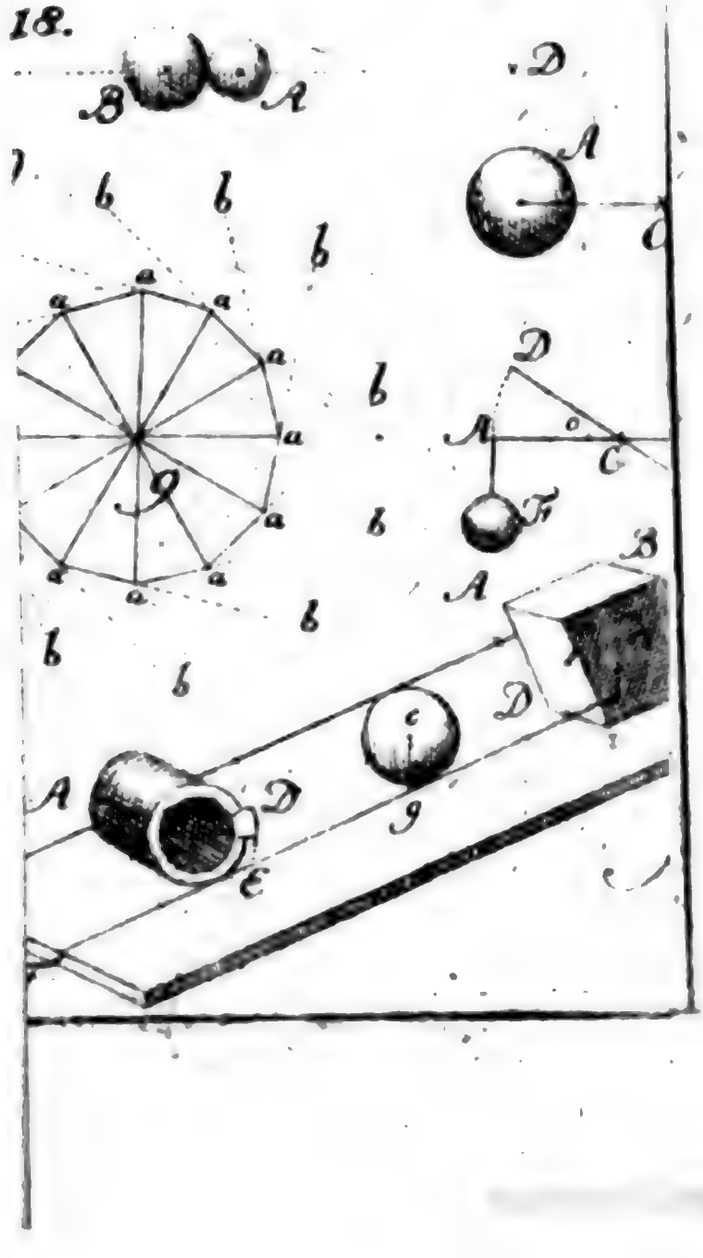
fig. 15.


F
D
A
B
C

17.

C
A
B

18.


B
A
D
A
C
b
b
b
a
a
a
a
a
a
a
a
a
Q
b
D
A
o
C
F
b
b
b
b
A
B
D
c
A
D
g
ε

B. III.

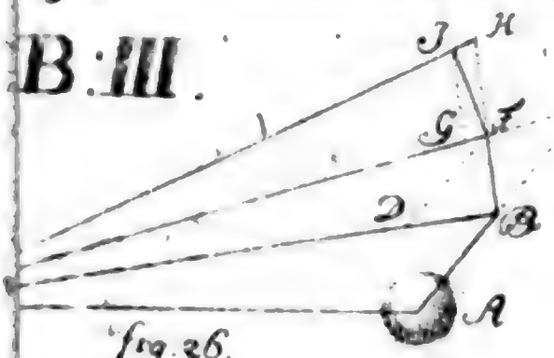


fig. 26.

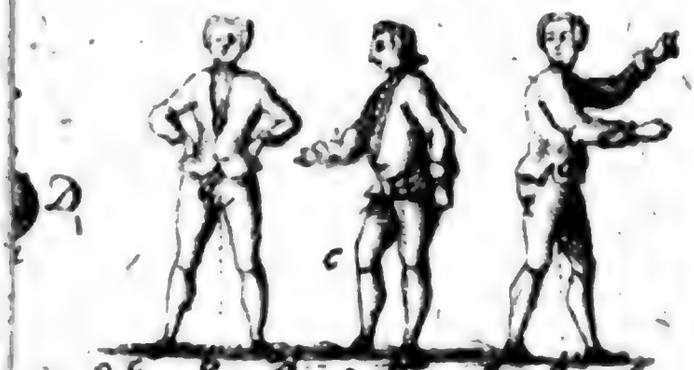


fig. 28. f. 29. f. 30.

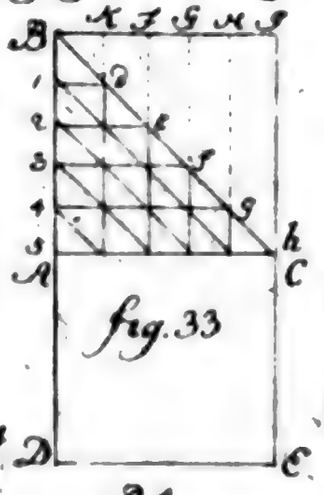


fig. 33

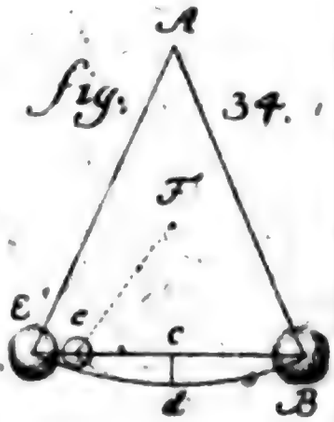


fig. 34.

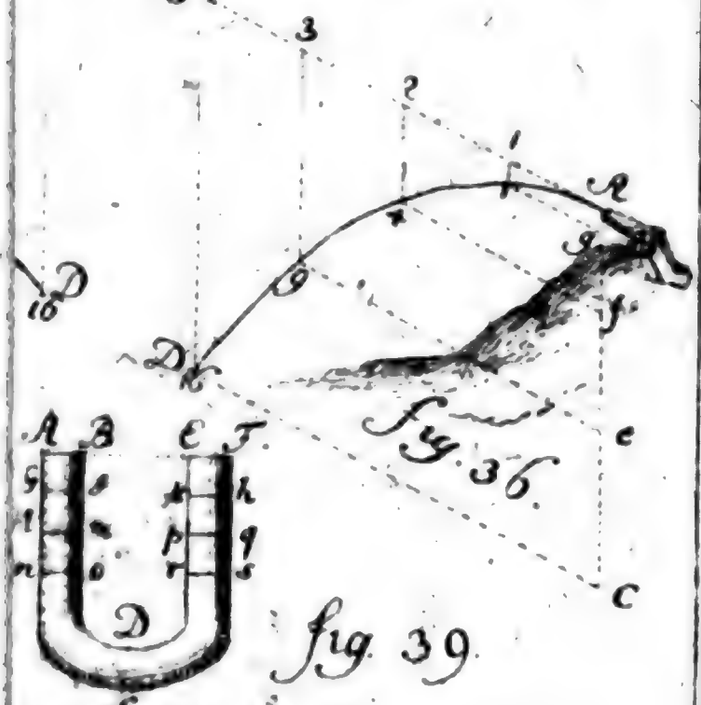
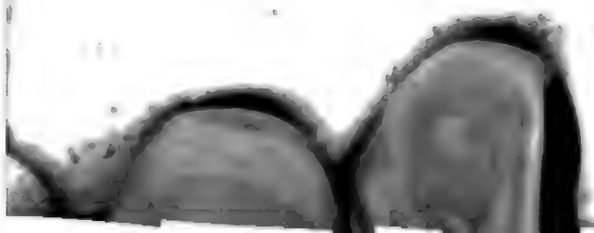


fig. 36.

fig. 39.



B: III.

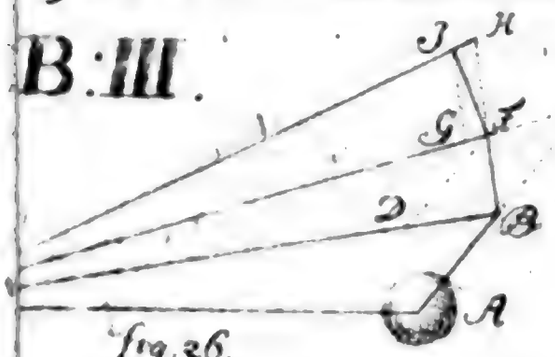


fig. 26.

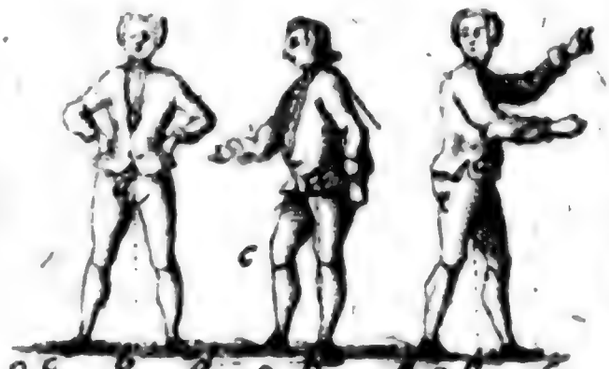


fig. 28. f. 29. f. 30.

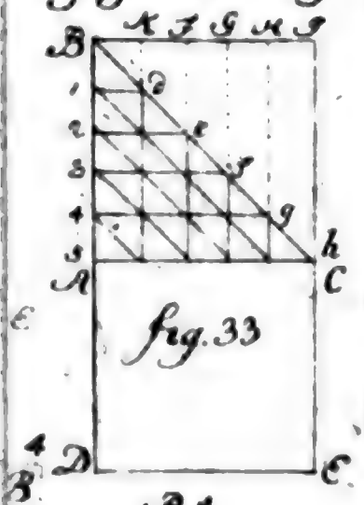


fig. 33

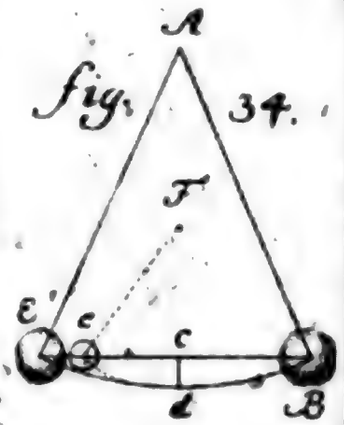


fig. 34.

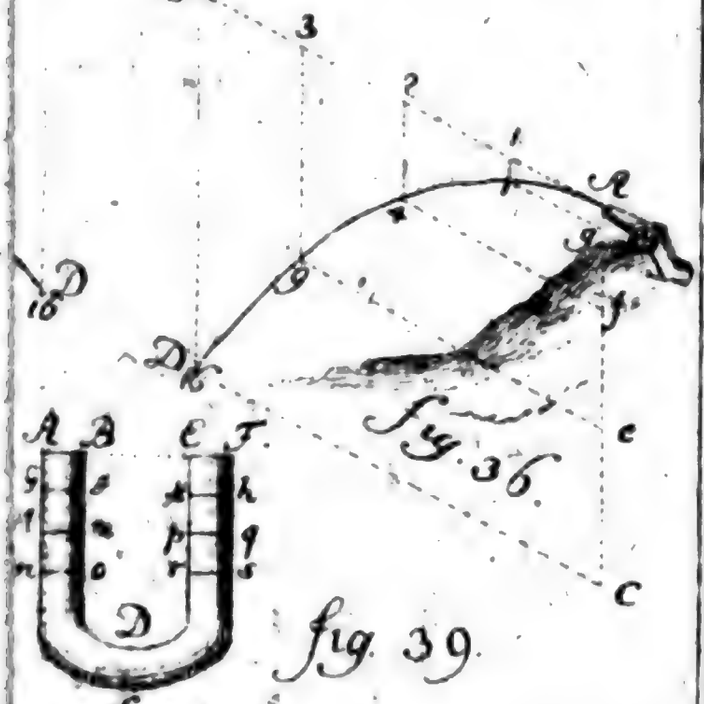


fig. 36.

fig. 39

TAB. IV.

fig 41

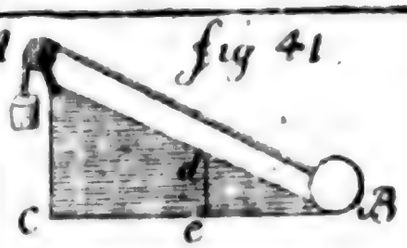
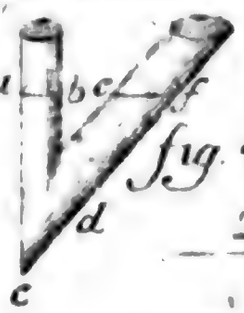


fig. 42



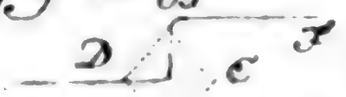


fig. 44.

A fig 43.

fig 47.

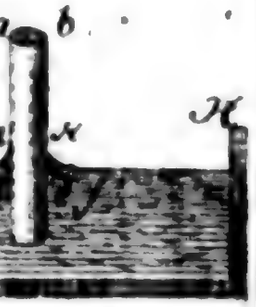


fig. 46.

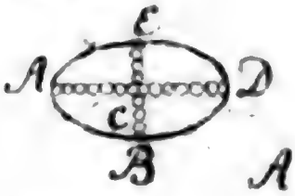


fig. 48

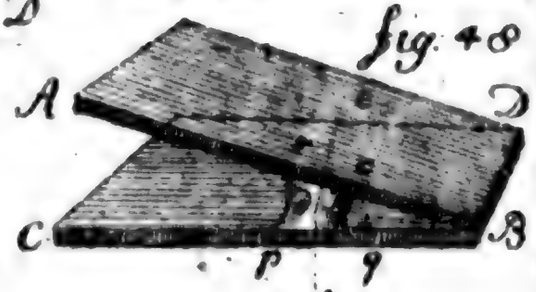


fig. 49.

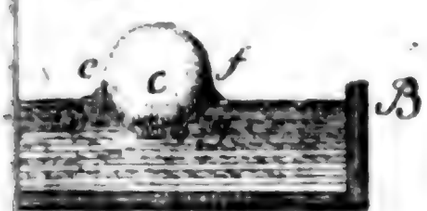


fig. 50.

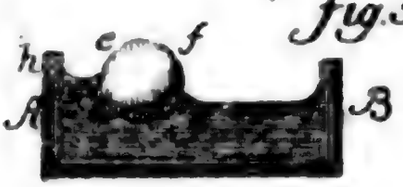
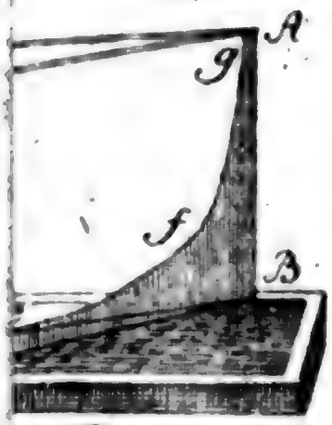


fig. 52.



A B.

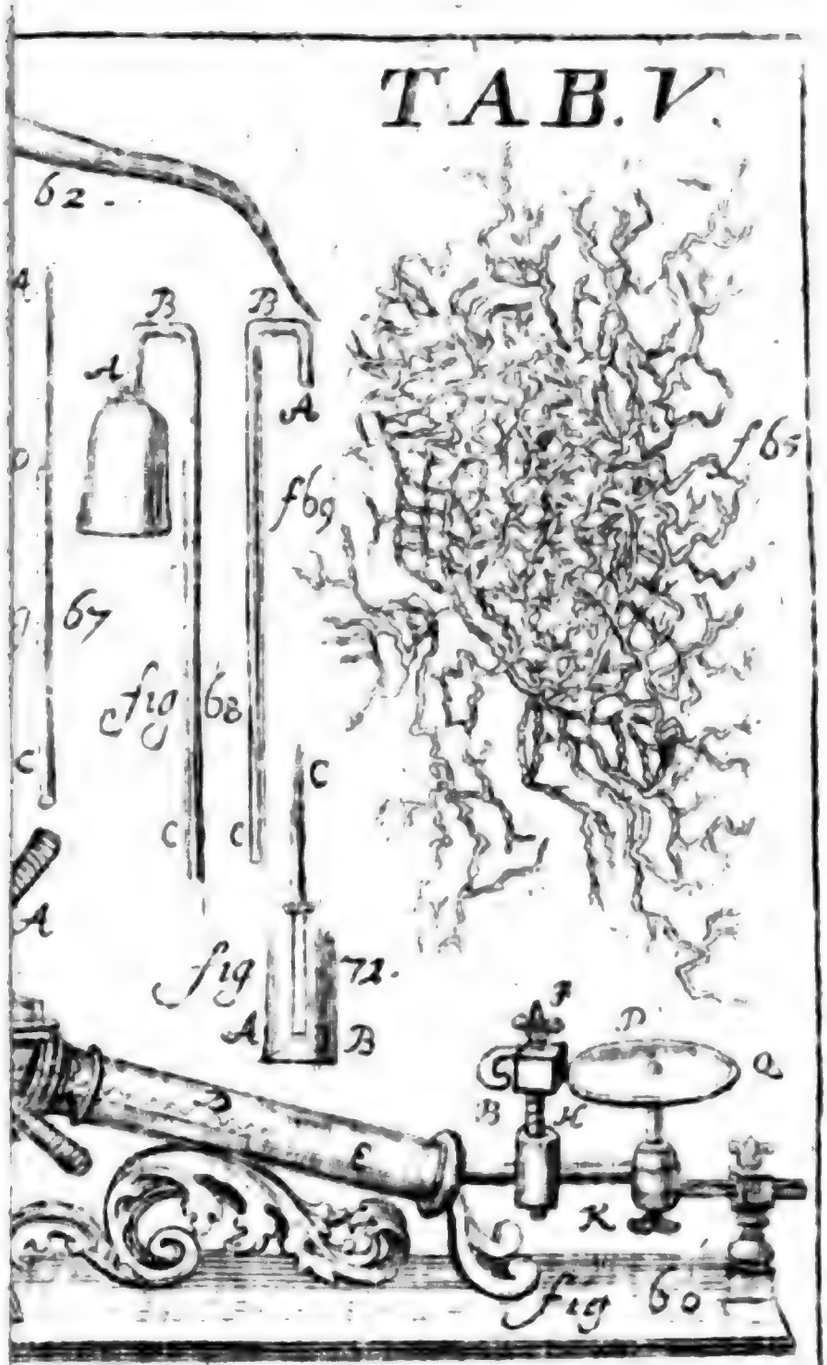
fig. 53.

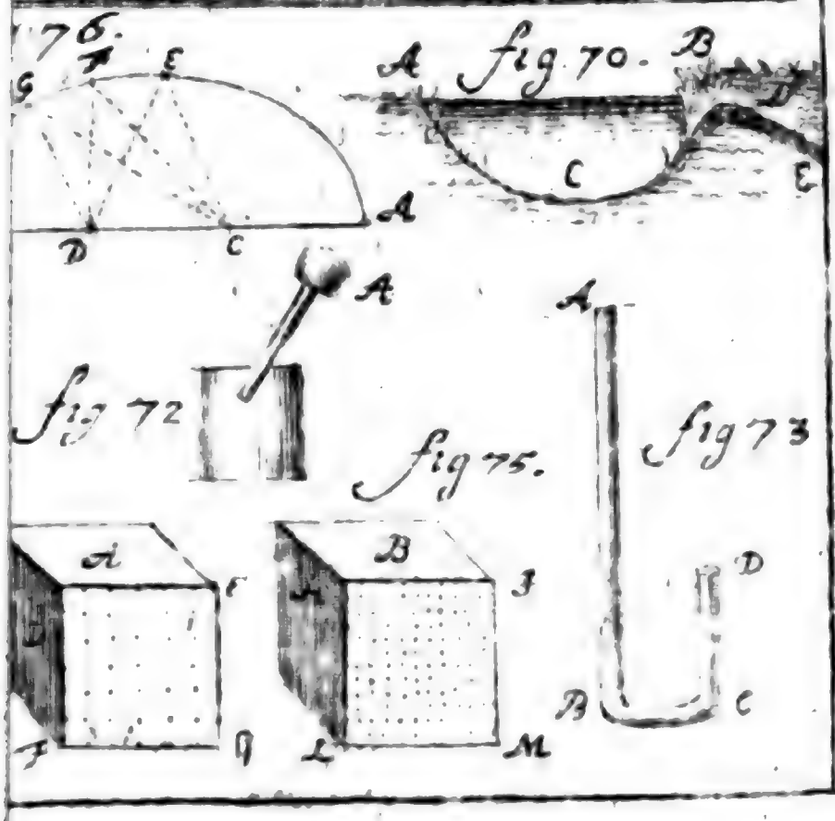
fig. 56.

fig 60

Fig. 61.

TAB. V.





Digitized by Google

Digitized by Goog

TAB. VI.

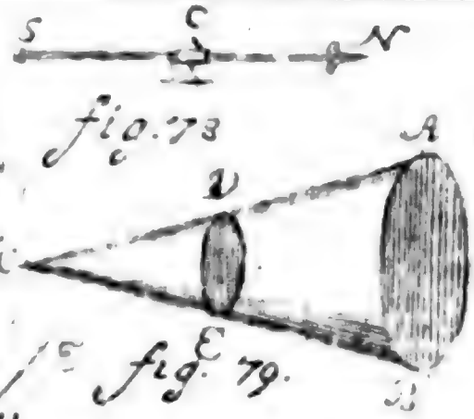


fig. 78

fig. 79.

fig. 80.

fig 82.

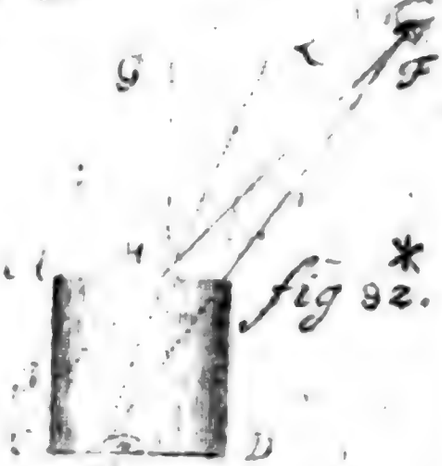


fig 82. *

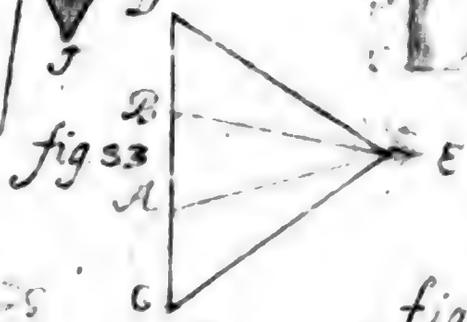


fig 83

fig 84

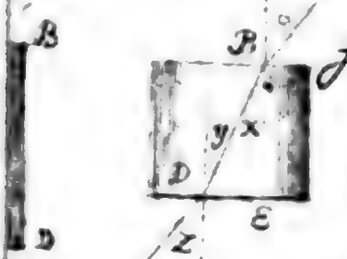


fig. 86.

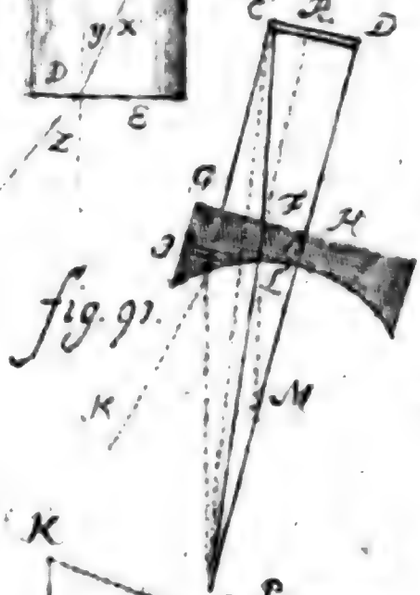


fig. 91.

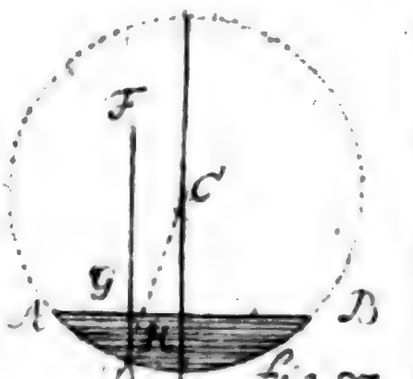


fig. 87

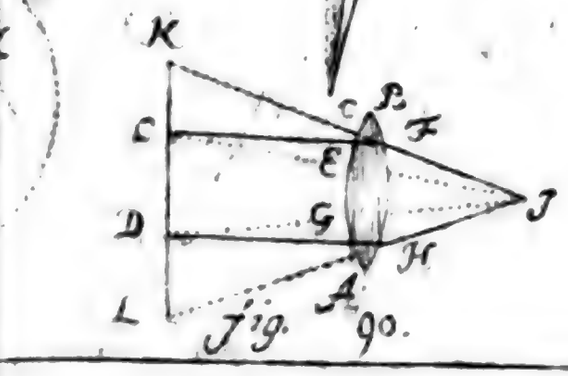


Fig. 90.

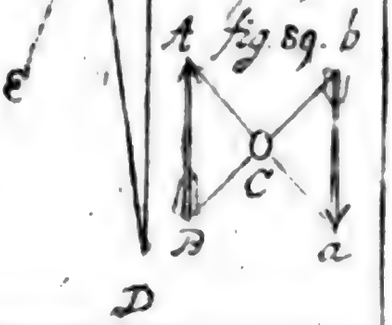


fig. 89. b

Digitized by Google

Tab. VII.

fig. 93.

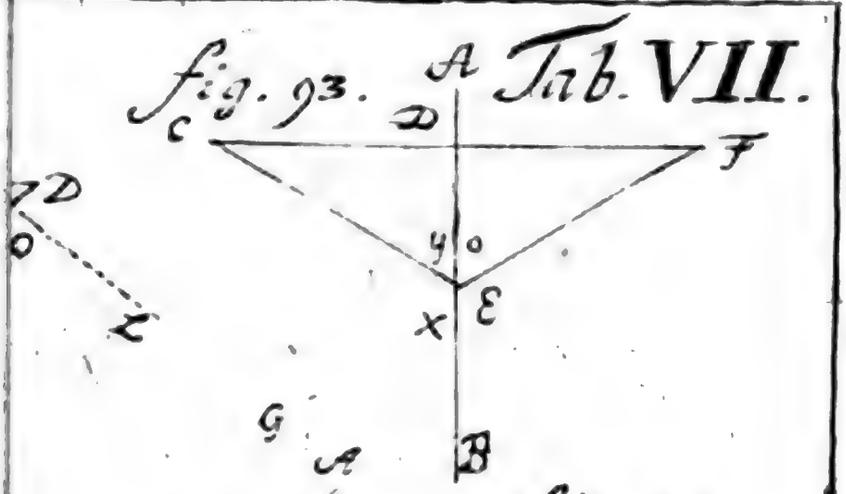


fig. 94.

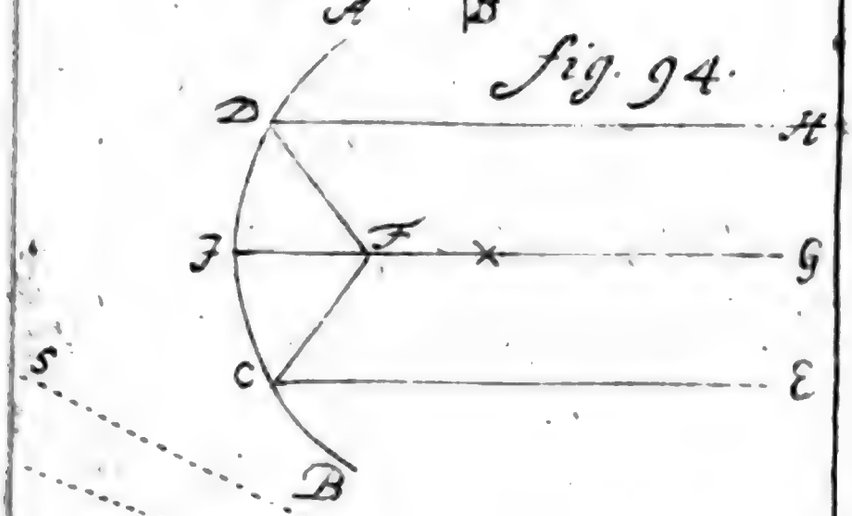


fig 96

fig 95.

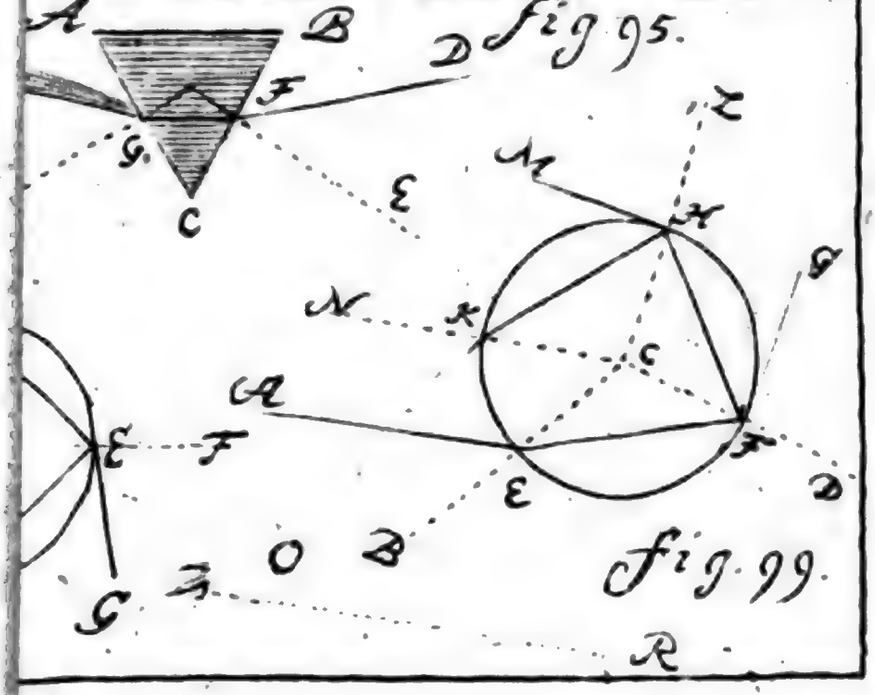


fig. 99.

Tab. IX.

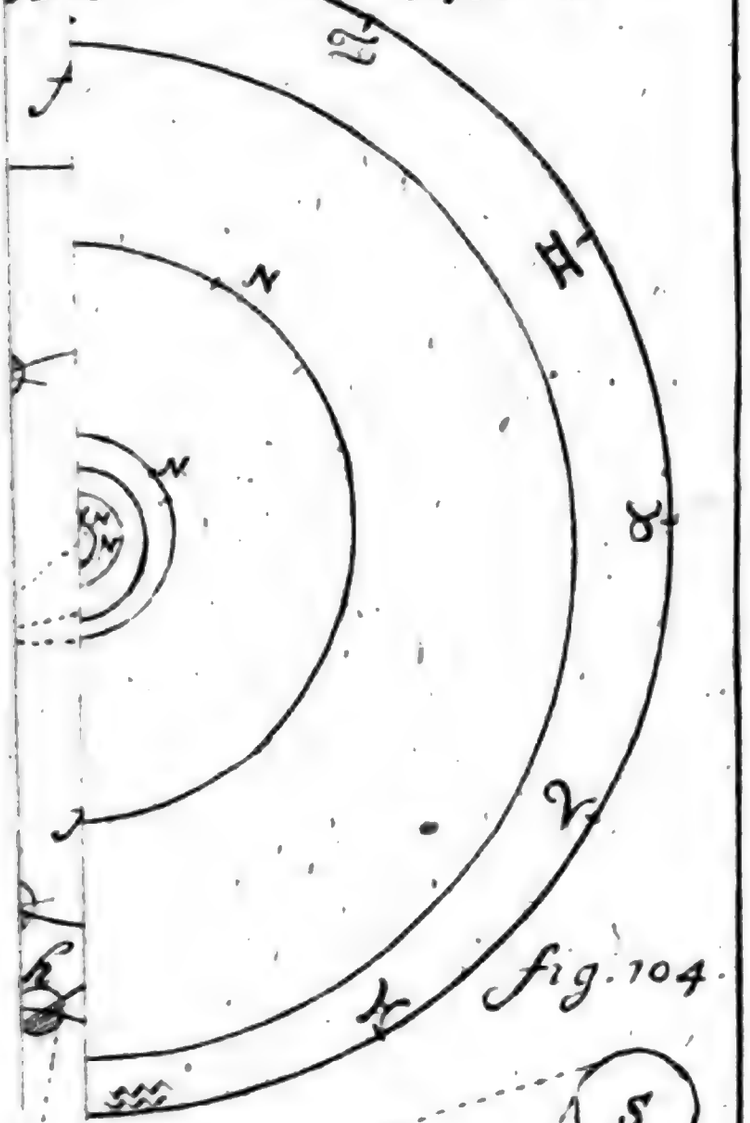


fig. 104.

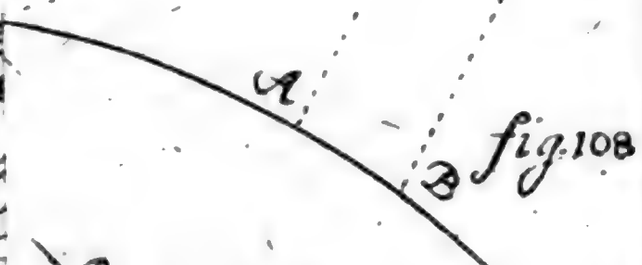


fig. 108

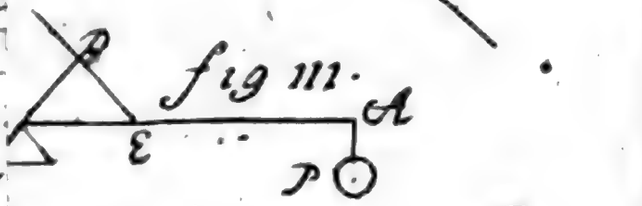
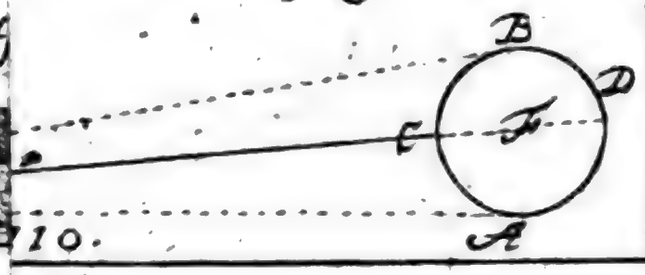


fig 111.



Fig

10.

Tab. X.

fig. 105.

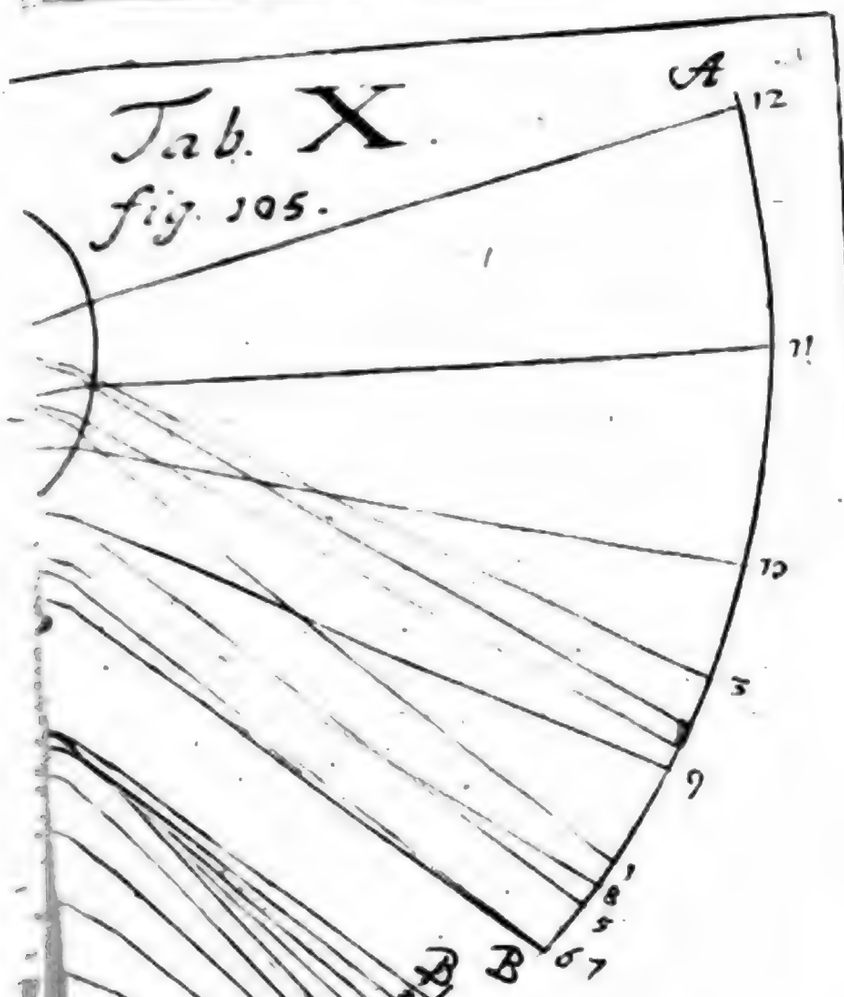
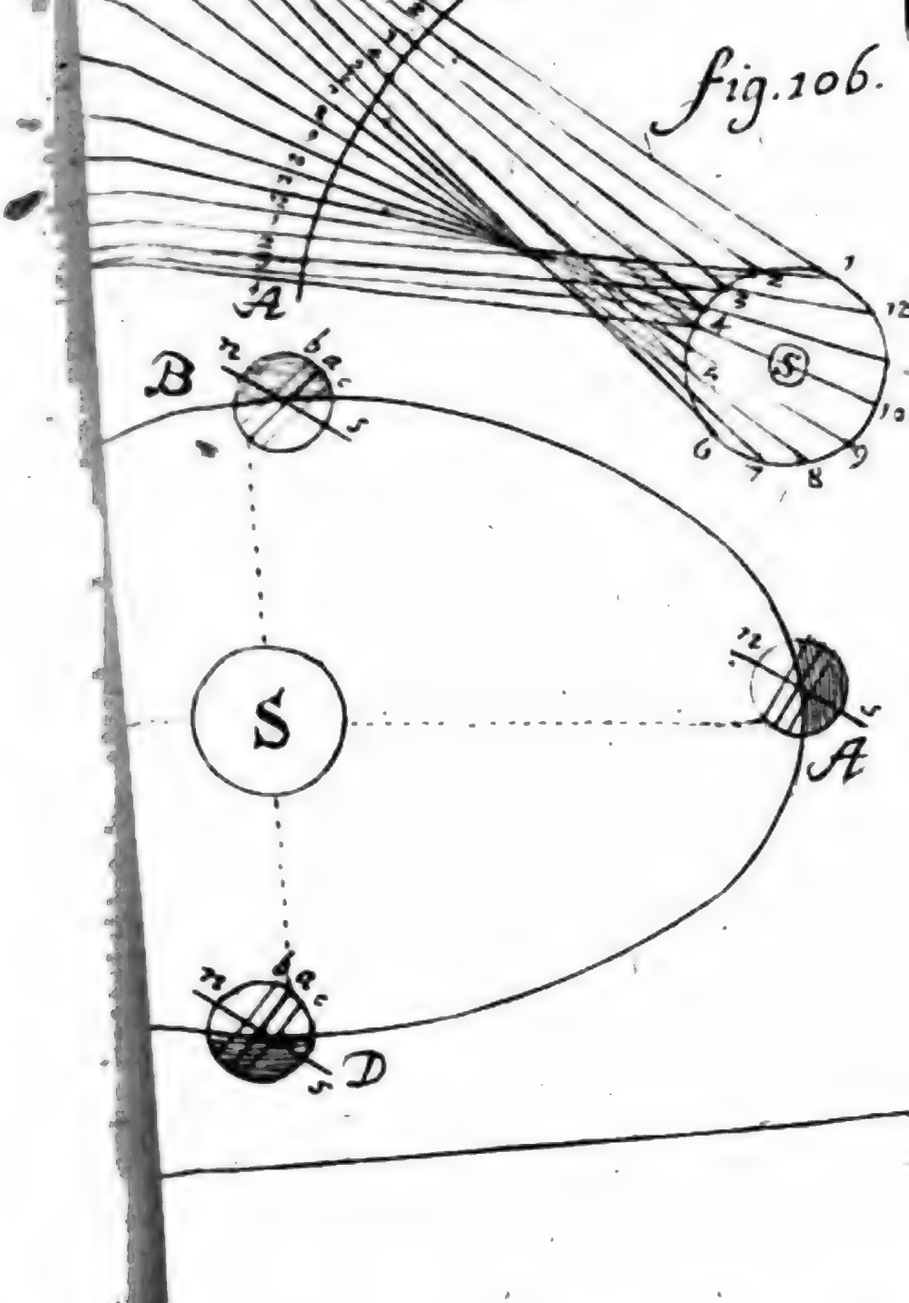


fig. 106.



Digitized by Google

Tab. X.

fig. 105.

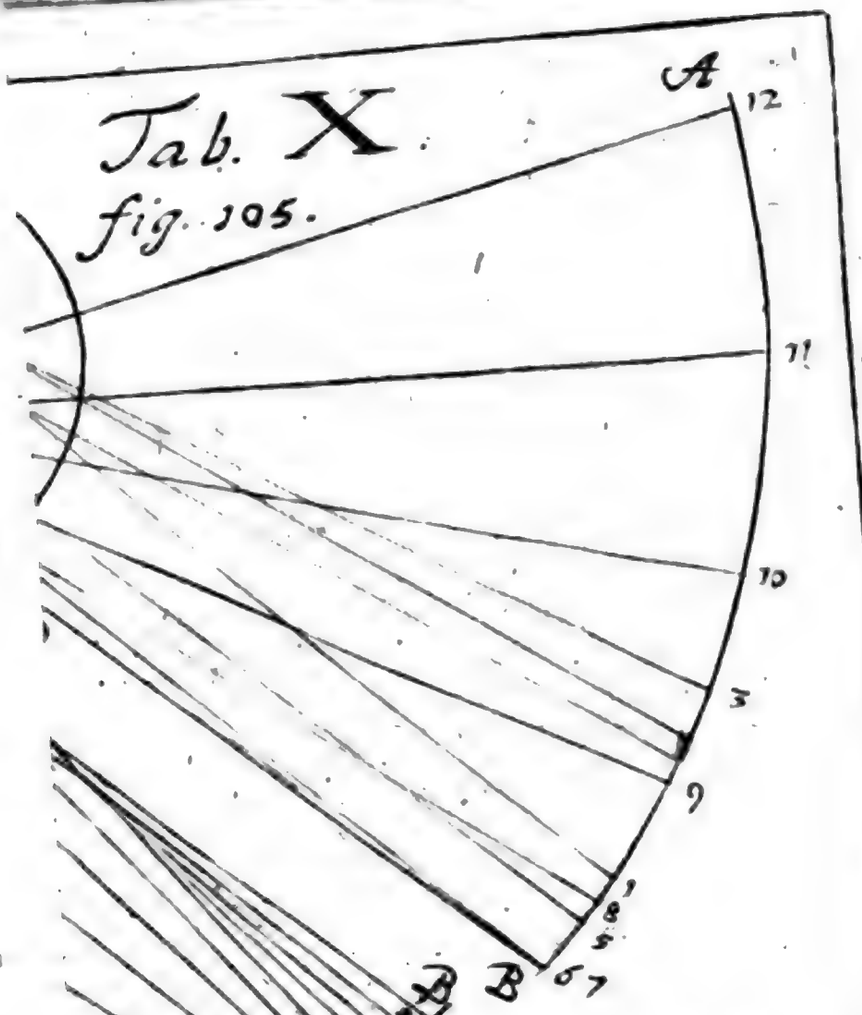
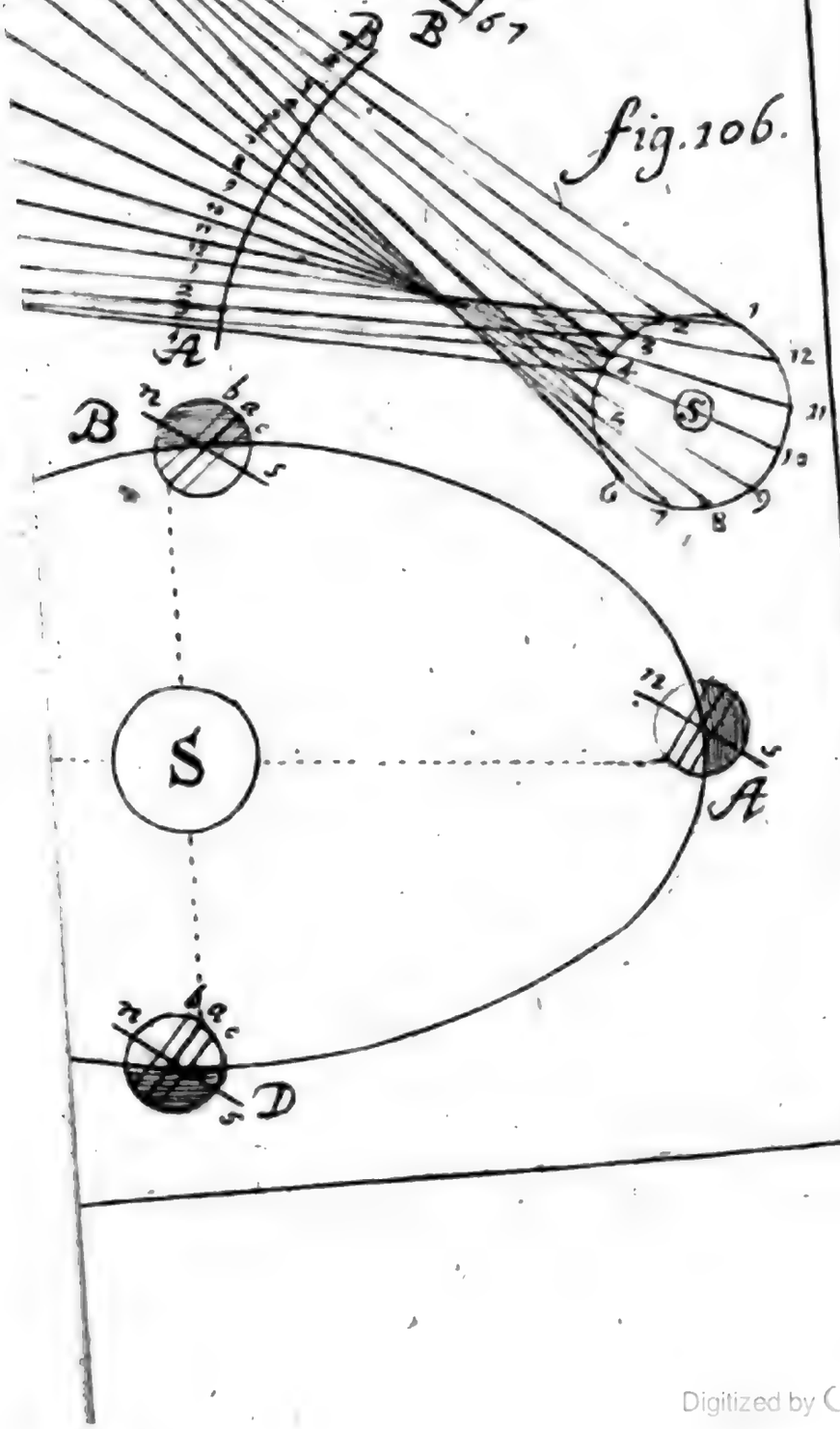


fig. 106.



Digitized by Google

Digitized by Google

TAB. XIII.

fig. 1.

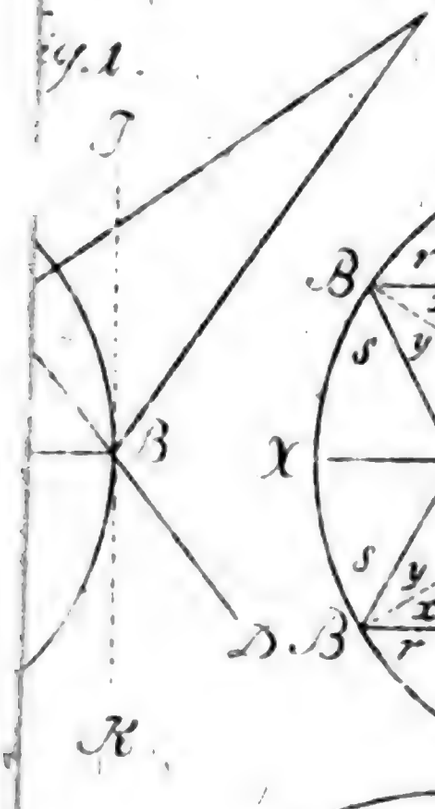


fig. 2.

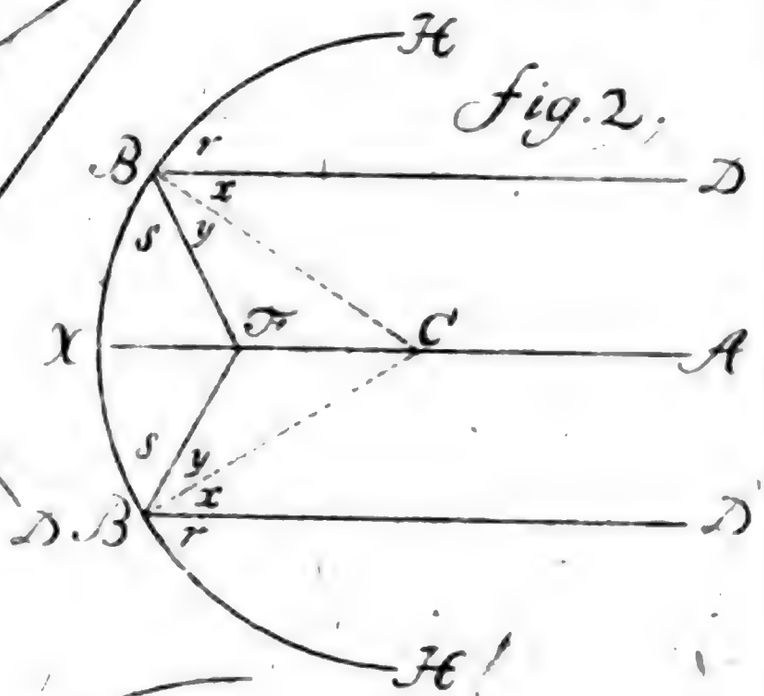


fig. 3.

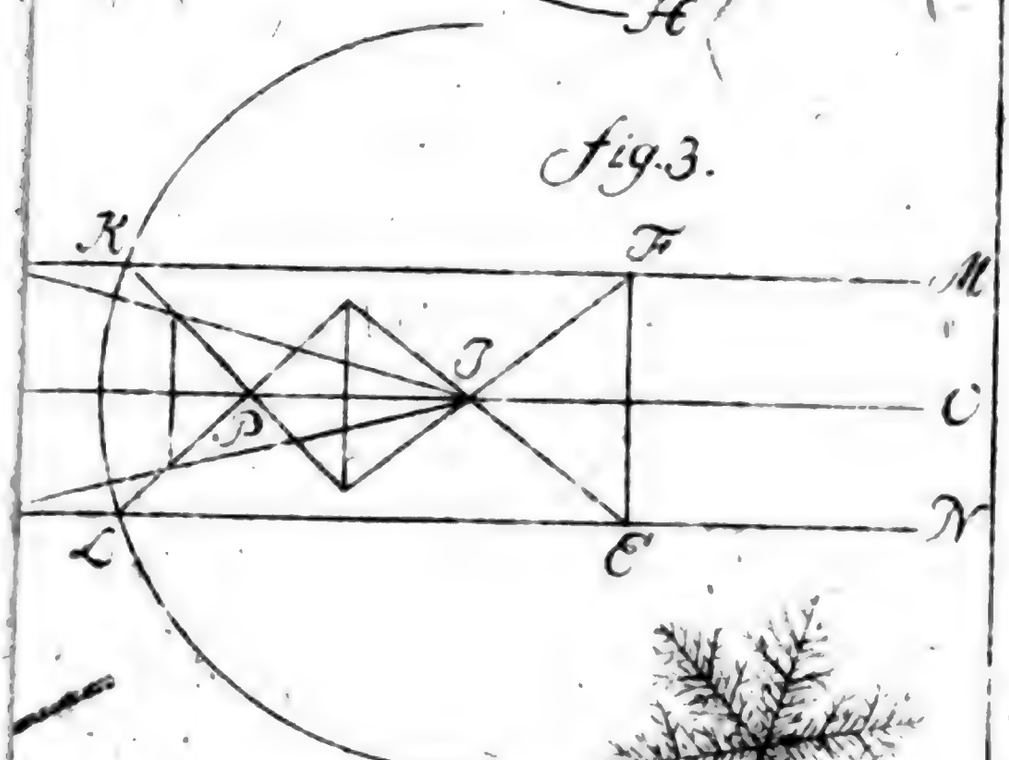


fig. 4.

B

TAB. XI.

Fig. 2.

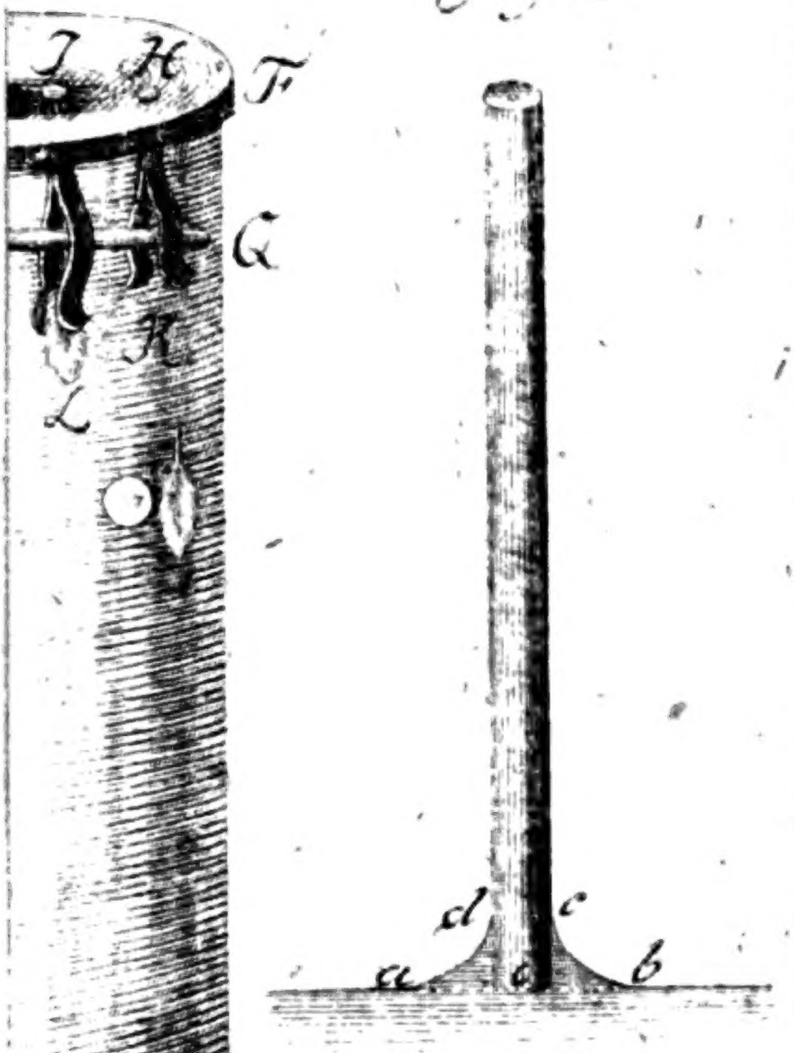
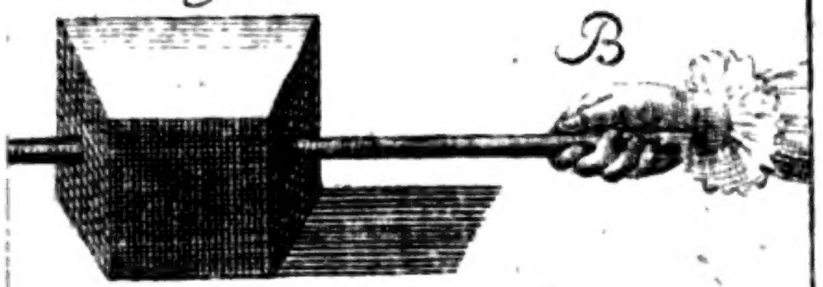


Fig. 3.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google